

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CARLOS RAFAEL MANGUEIRA VALDEZ BARROS

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA (RE) IMPLANTAÇÃO DE
COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE NOVA VENEZA, SC**

CRICIÚMA

2015

CARLOS RAFAEL MANGUEIRA VALDEZ BARROS

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA (RE) IMPLANTAÇÃO DE
COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE NOVA VENEZA, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Orientador (a): Prof. MSc. Mario Ricardo Guadagnin.

CRICIÚMA

2015

CARLOS RAFAEL MANGUEIRA VALDEZ BARROS

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA (RE) IMPLANTAÇÃO DE
COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE NOVA VENEZA, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos e em Processos Educativos em Engenharia Ambiental.

Criciúma, 26 de junho de 2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Mario Ricardo Guadagnin - Mestre - (UNESC) - Orientador

Prof. José Carlos Virtuoso - Mestre (UNESC)

Cristiane Bardini Dal Pont - Eng^a Ambiental - (UNESC)

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais Francisco Barros e Engrácia Barros, e às minhas irmãs Neusa Dias e Sandra Xavier, bem como a todas as pessoas que de algum modo ajudaram-me a atingir esta meta.

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer a Deus, por mais uma vez abençoar-me com este feito acadêmico e por proteger-me entre os caminhos da vida, caminhos de esperança.

Agradeço aos meus amados pais, Francisco Barros e Engrácia Barros, por sempre acreditarem no meu potencial e educarem-me de modo a caminhar pelo mundo em busca da realização dos meus sonhos.

Agradeço às minhas irmãs, Neusa Dias e Sandra Xavier por todo amor e incentivo. Agradeço também aos meus cunhados, sobrinhas, namorada e amigos.

Agradeço ao meu orientador Mario Ricardo Guadagnin, por todo o conhecimento acadêmico e de vida transmitido durante os 5 anos de curso, por ter aceite ser meu orientador e por dedicar parte do seu tempo a mim neste trabalho de conclusão de curso. Tenho-lhe como um pai.

Agradeço ao meu supervisor de campo Juliano Mondardo Dal Molin, por todo o apoio durante a execução deste trabalho de conclusão de curso, pela partilha de conhecimento e parceria. Que o projeto “Nova Veneza Reciclando +” continue firme e forte.

Agradeço ao Prefeito de Nova Veneza, Evandro Luís Gava, pela confiança depositada em mim e neste trabalho, permitindo que o mesmo fosse desenvolvido no município.

Agradeço ao meu irmão de batalha, Guilherme Ferrari Rampinelli, por ao longo desses 5 anos ser o amigo de todas as horas e de todos os trabalhos, um irmão para toda a vida.

Agradeço à tia Maria de Fátima Ferrari Rampinelli, ao tio Nilso Rampinelli (que a sua alma Descanse em Paz) e ao avô Valentim Ferrari, por me terem recebido de braços abertos em sua casa e me tratarem como um filho. Obrigado de coração e a família pode sempre contar comigo, minha família.

Agradeço ao professor José Carlos Virtuoso, e a Engenheira Ambiental Cristiane Dal Pont, por aceitarem fazer parte da minha banca de avaliadores, com vista a gerar uma troca de ideias que me ajude a aperfeiçoá-lo.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que de algum modo ajudaram-me a atingir esta meta.

“Talvez a questão não seja deixar um mundo melhor para os nossos filhos, mas também, pensar em filhos melhores para o nosso mundo.”

Autor Desconhecido

“Recolhei as sobras que nada lhes faltará.”

João 6: 1-15

“A saúde do solo, das plantas, dos animais e do homem é uno e indivisível.”

Sir Albert Howard

RESUMO

O atual cenário de grande geração de resíduos sólidos urbanos e o seu encaminhamento para aterros sanitários intensifica a necessidade de preservação e proteção do meio ambiente, o que leva à busca de técnicas que minimizem a quantidade de material encaminhado para os aterros sanitários, através da sua reciclagem e/ou reutilização. Através da Educação Ambiental pode-se incentivar a população a adotar práticas ambientalmente corretas, adequadas e conscientes tal como a prática de compostagem. Esta forma de tratamento é milenar e compreende o processo de transformação de resíduos orgânicos (restos de verduras, legumes, frutas e podas de jardinagem) em adubo orgânico, também conhecida como a reciclagem dos resíduos orgânicos. Posteriormente esse adubo orgânico pode ser usado em hortas, jardins, canteiros e vasos de plantas. O trabalho foi desenvolvido nas escolas municipais de Nova Veneza / SC. A metodologia adotada incorporou os princípios de pesquisa-ação em todas as etapas do trabalho de conclusão de curso: fundamentação teórica para embasamento conceitual dos temas principais, compostagem, educação ambiental, práticas de educação ambiental nas escolas, diagnóstico situacional de cada escola visitada, dimensionamento de uma unidade de separação e triagem para resíduos orgânicos. A pesquisa-ação é uma espécie de pesquisa social de base empírica concebida e realizada em íntima relação com uma ação ou como resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Com base nas visitas as oito escolas municipais, em que se conheceu a realidade destas e foram realizadas duas apresentações em PowerPoint^{MR} sobre Coleta Seletiva e Compostagem, e apresentadas para os alunos do Jardim I, Jardim II, Pré, Fundamental I e Fundamental II. No processo (re) implantação foram dimensionadas as composteiras para cada escola, posteriormente será realizada a construção nas escolas que ainda não possuem e o melhoramento nas escolas que já possuem composteiras, para assim se realizar as oficinas práticas e distribuição do Folder sobre Compostagem. O envolvimento dos alunos das fases iniciais de ensino básico com vivências e experiências práticas como o desenvolvimento da compostagem possibilita o reconhecimento de questões ambientais focado na realidade local. A valoração dos resíduos orgânicos na totalidade gerada no município de Nova Veneza possibilitará uma economia para o

município de R\$ 92.628,00. Tal valor, pode ser economizado, considerando que seja realizada a compostagem de 100% desse resíduo. Caso o município queira implantar uma unidade de compostagem municipal junto ao horto serão necessários 2.200 m^2 ; $Ac = 0,22\text{ ha}$. A continuidade dos trabalhos desenvolvidos em Nova Veneza com forte atuação nas atividades de Educação Ambiental desenvolvidas e aprimoradas nas escolas municipais consolidará as ações iniciadas a partir do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. O gerenciamento integrado de resíduos em municípios de pequeno porte deve basear-se sempre na valoração das atividades já desenvolvidas estimulando a melhoria contínua e o aprimoramento para que as soluções sejam simples, criativas e replicáveis como as composteiras domiciliares.

Palavras-chave: Compostagem. Reciclagem. Resíduo Orgânico. Educação Ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Efeitos da umidade no consumo de oxigênio na compostagem do lixo domiciliar.	27
Figura 2 – Variações de temperatura durante as três etapas da compostagem.	30
Figura 3 – Queda de temperatura, caracterizando a mudança da fase ativa para a fase de maturação.	31
Figura 4 – Variação do índice de pH do composto com o tempo de compostagem.	35
Figura 5 – Composteiras de tijolo e madeira.	36
Figura 6 – Composteiras de tambor de óleo à esquerda e de caixote de tela à direita.	37
Figura 7 – Composteira de madeira.	37
Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada no desenvolvimento das atividades.	44
Figura 9 – Mapeamento das escolas municipais de Nova Veneza em que se (re) implantou a prática de compostagem.	45
Figura 10 – Mapa de localização do Município de Nova Veneza.	48
Figura 11 – Média Ponderada da Composição Gravimétrica de Nova Veneza em 2013.	51
Figura 12 – Quantidade Mensal Média de RSU (t/mês) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	52
Figura 13 – Média Diária de RSU (t/dia) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	53
Figura 14 – Média Mensal de RSU (t/mês) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	53
Figura 15 – Total Anual de RSU (t/ano) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	54
Figura 16 – Geração Per Capita de RSU (kg/hab.dia ⁻¹) entre 2009 e 2014.	55
Figura 17 – Média Mensal de Resíduo Orgânico (kg/mês) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	57
Figura 18 – Média Diária de Resíduo Orgânico (kg/dia) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	58
Figura 19 – Média Mensal de Resíduo Orgânico (kg/mês) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	58

Figura 20 – Total Anual de Resíduo Orgânico (kg/ano) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	59
Figura 21 – Geração Per Capita de Resíduo Orgânico (kg/hab.dia ⁻¹) entre 2009 e 2014.	60
Figura 22 – EM Vitor Savi: Garrafa PET utilizada para armazenar os lacres das latas de alumínio.	62
Figura 23 – Palestras aos alunos da EBM Bairro Bortolotto: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Fundamental II Matutino; C) Alunos do Fundamental I Vespertino; D) Fundamental II Vespertino.	63
Figura 24 – Palestras da EM Terezinha Pasetto Spillere: A) Alunos do Jardim I e do Pré Matutino; B) Alunos do Fundamental I Matutino; C) Alunos do Fundamental I Vespertino.	64
Figura 25 – Palestras da EM Caravaggio: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos Fundamental II Matutino; C) Alunos do Fundamental II Vespertino; D) Alunos do Fundamental I Vespertino.	64
Figura 26 – Palestras da EM Vitor Savi: A) Alunos do Pré e do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Jardim I, Jardim II e do Fundamental I Vespertino.	65
Figura 27 – Palestra da EM Vila Maria: Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Matutino e Vespertino.	65
Figura 28 – Palestra da EBM Libero Ugioni: Alunos do Fundamental I Matutino.	66
Figura 29 – Palestras da EBM Libero Ugioni: A) Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Vespertino; B) Alunos do Fundamental II Vespertino.	66
Figura 30 – Palestras da EM Ítalo Amboni: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Vespertino.	66
Figura 31 – EBM Libero Ugioni: A) Composteira de Tonel da escola; B) Massa de compostagem na composteira da escola; C) Horta da escola; D) Área escolhida para se construir a composteira de alvenaria.	67
Figura 32 – EM Vitor Savi: Lixeira vermelha utilizada diariamente na escola para depositar plástico.	68
Figura 33 – EM Terezinha Pasetto Spillere: Lixeiras de coleta seletiva da escola.	68
Figura 34 – EM Vila Maria: Lixeiras de coleta seletiva da escola.	68
Figura 35 – EBM Libero Ugioni: Lixeiras de coleta seletiva da escola.	69
Figura 36 – EM Ítalo Amboni: Lixeiras de coleta seletiva da escola.	69

Figura 37 – EM Caravaggio: Horta utilizada pela escola.	70
Figura 38 – EBM Bairro Bortolotto: Composteiras e hortas.	70
Figura 39 – EM Terezinha Pasetto Spiller: Horta da escola; Área escolhida para a construção da composteira.	71
Figura 40 – EM Vitor Savi: Composteiras da escola; Horta da escola.	71
Figura 41 – EM Vila Maria: A) Composteira da escola; B) Massa de compostagem na composteira da escola; C) Estufa da escola; D) Horta dentro da estufa da escola.	72
Figura 42 – EM Ítalo Amboni: A) Composteira da escola, B) Massa de Compostagem na composteira da escola; C) Horta da Escola.	72
Figura 43 – Semana do Meio Ambiente, Artesanato: A) Pode ser usado como mesa ou puff, feito com dois pneus; B) Alunos da EM Ítalo Amboni se divertindo com brinquedo feito com material reciclável, entre eles a mesa/puff e outras peças de artesanato; C) Brinquedos feitos com materiais recicláveis.	74
Figura 44 – Entrevista ao <i>website</i> Nova Veneza Online sobre a (re) implantação da compostagem no Município de Nova Veneza.	75
Figura 45 – Oferta da EBM Libero Ugioni no dia da palestra, como agradecimento pela atividade na Escola. Pote de vidro reutilizado decorado, com biscoitos. "O Meio Ambiente Fica Alegre com a Sua Atitude! Agradecemos a sua colaboração".	75
Figura 46 – Reunião de apresentação do plano do projeto de (Re) Implantação de Unidades Demonstrativas de Compostagem a ser realizados nas escolas municipais de Nova Veneza / SC.	78
Figura 47 – Lixeiras de Coleta Seletiva da Escola Municipal Augusto Mondardo.	79
Figura 48 – Tonel de composteira e composteira de alvenaria; Horta da Escola Municipal Augusto Mondardo.	79
Figura 49 – A) Entrevista à Diretora da Escola; B) Palestra sobre Coleta Seletiva e Compostagem aos alunos do Fundamental I Matutino; C) Mostrando as minhocas que participam da decomposição da massa de compostagem, oficina prática com os alunos; D) Composteira após a oficina prática.	80
Figura 50 – Entrevista aos alunos.	81
Figura 51 – Entrevista a aluno; Entrevista ao autor.	81
Figura 52 – Composteira com material orgânico descoberto e adubo orgânico pronto; Composteira com material orgânico coberto com serragem e adubo orgânico pronto.	82

Figura 53 – Adubo orgânico pronto; Funcionária da escola cuidando da horta onde é utilizado o adubo orgânico feito na escola.	82
Figura 54 – Peneira artesanal modelo LESA / UFV.	87
Figura 55 – Fluxograma Básico da Unidade de Reciclagem de Resíduos Orgânicos (Central de Compostagem) para Nova Veneza.	93
Figura 56 – Planta Baixa do Galpão de Recepção e Triagem.	94
Figura 57 – Planta Baixa e Corte da Sede Administrativa.	95
Figura 58 – Planta Baixa e Corte do Depósito para Adubo Maturado.	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativo Mensal de RSU (t) depositados no aterro sanitário pelo Município de Nova Veneza no período de 2009 a 2014.	49
Tabela 2 – População que encaminha os RSU para aterro sanitário, Quantidade Média Diária de RSU depositado no aterro sanitário e Geração Per Capita do MNV entre 2009 e 2014.	50
Tabela 3 – Composição Média dos RSU gerados em Nova Veneza.	51
Tabela 4 – Quantidade de Resíduo Orgânico (kg) gerado entre 2009 e 2014.	56
Tabela 5 – Quantidade Anual, e Médias Diária e Mensal de Resíduo Orgânico depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.	57
Tabela 6 – Quantidade de Resíduo Orgânico Per Capita entre 2009 e 2014.	60
Tabela 7 – Equipamentos e Ferramentas para a Operação da Unidade de Compostagem.	86
Tabela 8 – Mão de Obra Necessária para a Operação da Unidade de Compostagem.	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados das Escolas Municipais de Nova Veneza.	76
Quadro 2 – Ficha de Controle das leiras de compostagem.	89
Quadro 3 – I Fase de degradação ativa.	90
Quadro 4 – II Durante a fase de maturação.	92

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFAVE – Associação Feminina de Assistência Veneziana
AMREC – Associação dos Municípios da Região Carbonífera
CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CS – Coleta Seletiva
EA – Educação Ambiental
EM – Escola Municipal
EBM – Escola Básica Municipal
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas
MNV – Município de Nova Veneza
MC – Massa de Compostagem
MO – Matéria Orgânica
PEVs – Pontos de Entrega Voluntária
PGIRS – Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMNV – Prefeitura Municipal de Nova Veneza
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
RAC Saneamento – Aterro Sanitário e Industrial
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
RO – Resíduo(s) Orgânico(s)
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA – Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária
UD – Unidade Demonstrativa
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 COMPOSTAGEM	21
2.1.1 Umidade	26
2.1.2 Oxigenação (Aeração)	28
2.1.3 Temperatura	29
2.1.4 Concentração de Nutrientes (Relação carbono/nitrogênio):	32
2.1.5 Tamanho da Partícula	34
2.1.6 Índice de pH	34
2.2 MODELOS DE COMPOSTEIRAS DOMÉSTICAS	36
2.3 UNIDADE DEMONSTRATIVA	38
2.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	38
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS: BREVE RETROSPECTO	39
3 METODOLOGIA	43
4 ANÁLISE DE DADOS	48
4.1 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RSU DE NOVA VENEZA	48
4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DO RESÍDUO ORGÂNICO DE NOVA VENEZA	56
4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE NOVA VENEZA	61
4.3.1 Escola Municipal Augusto Mondardo	78
4.3.1.1 Reportagem com A RBS TV Sobre a Prática de Compostagem no Município de Nova Veneza / SC (ANEXO D)	78
4.4 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM PARA O MUNICÍPIO DE NOVA VENEZA	83
4.4.1 Equipamentos e Ferramentas Básicas para a Operação da Unidade de Compostagem	86
4.4.2 Mão de Obra Necessária para a Operação da Unidade de Compostagem	88
4.4.3 Ficha de Controle das Leiras de Compostagem	89
4.4.4 Controle Operacional: Principais Problemas, Causas e Soluções	90

4.4.5 Fluxograma Básico da Unidade de Reciclagem de Resíduos Orgânicos (Unidade de Compostagem) para Nova Veneza	93
4.4.7 Planta Baixa e Corte da Sede Administrativa	95
4.4.8 Planta Baixa e Corte do Depósito para Adubo Maturado	96
4.4.9 Estimativa de Economia do Município de Nova Veneza com a Compostagem do Resíduo Orgânico	97
5 CONCLUSÃO	98
REFERÊNCIAS	101
APÊNDICE(S)	104
ANEXO(S)	116

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia são descartadas grandes quantidades de resíduos orgânicos, muitos de forma indevida, o que provoca desconforto à população e geração de doenças pela atração de insetos e outros vetores. A ausência de separação da fração orgânica leva ao descarte em aterros sanitários – minimizando a vida útil dos mesmos.

Tendo em vista esta situação e diante de novos critérios e diretrizes derivados da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, este trabalho de conclusão de curso visa conscientizar e sensibilizar a população de Nova Veneza – por meio de práticas e estratégias de educação ambiental, junto aos alunos das escolas municipais e professores – sobre a importância da valorização da fração orgânica com a técnica de compostagem.

A necessidade de preservação e proteção do meio ambiente traz à tona a emergência de práticas educativas que possibilitem a minimização da quantidade de resíduo a ser depositado no aterro sanitário, a procura de formas e alternativas de valorização dos resíduos por meio da sua separação prévia, coleta seletiva, reciclagem e reutilização, e a consequente redução dos custos com a disposição de resíduos do Município de Nova Veneza – MNV, abriu a possibilidade para que o presente trabalho de conclusão de curso fosse executado no município, como sendo parte integrante do projeto “Nova Veneza Reciclando +”.

“Nova Veneza Reciclando +”, é um projeto que visa valorar os resíduos sólidos urbanos do MNV dentro do próprio município, por meio da implantação da Coleta Seletiva para posterior encaminhamento do material reciclável – metal, papel, plástico, vidro – separado para as Associações de Catadores, com a sua inclusão no processo de triagem do material reciclável, permitindo que tenham sempre material com que trabalhar e manter o sustento das suas famílias. Tal fato, além de minimizar o impacto ambiental com menos resíduo a ser encaminhado para o aterro sanitário, também busca gerar renda para as instituições, como escolas, que separam o material reciclável para revendê-lo.

A compostagem, prática milenar de valorização de resíduos orgânicos, é uma atividade de baixo custo, considerada como sendo a reciclagem desse material orgânico que serve de matéria-prima para transformação em fertilizante orgânico

(composto), e esse material, que a princípio não tinha valor ser utilizado em hortas escolares e jardins de Nova Veneza.

Esta prática vem se mostrando não apenas como um método ambientalmente correto, por proporcionar que os restos dos vegetais usados sejam reutilizados e transformados em fertilizante orgânico, imitando assim a natureza, mas também, por ser uma prática mais saudável. Principalmente porque tal processo é livre de produtos químicos existentes nos fertilizantes industrializados e de agrotóxicos envolvidos no processo agrícola da maioria dos produtos que se consomem nos dias atuais, podendo ser usado em plantações em larga escala, hortas domiciliares, jardins, canteiros e vasos de plantas.

Nova Veneza é um município com a cultura italiana muito forte, também conhecida como a Capital Catarinense da Gastronomia Típica Italiana. Com isso pode-se tirar proveito de práticas culturais arraigadas de várias famílias possuírem jardim e horta domiciliar para buscar a redução considerável da quantidade de resíduo orgânico que é depositado no aterro sanitário, por meio da prática de compostagem domiciliar.

A melhor compreensão da compostagem efetiva-se quando são vivenciadas práticas e isso faz com que o entendimento e a aprendizagem sejam apropriados pelos alunos, ao terem contato direto com a técnica nas escolas. Práticas de educação ambiental possibilitam trabalhar conceitos, valores, atitudes, posturas, éticas e, principalmente, mudança de comportamento em relação ao meio ambiente, em especial com ressignificação do ato de consumir e jogar fora, para a valoração dos materiais recicláveis e compostáveis.

Este trabalho foi realizado nas escolas municipais de Nova Veneza, com o intuito de educar e sensibilizar os alunos, professores e demais funcionários das escolas, para que posteriormente possam realizar a compostagem em suas residências; e no caso dos alunos, estes incentivarem os pais com o conhecimento desenvolvido e praticado na escola por meio das palestras realizadas, a implementarem composteiras domiciliares e utilizarem o composto nas hortas domésticas.

O presente trabalho se insere na linha de pesquisa “Tratamento e Destino Final de Resíduos Sólidos”. Esta linha de pesquisa aborda os processos de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e industriais, possibilitando o reconhecimento

de pontos relevantes que atendam às exigências relacionadas aos sistemas de gestão e tratamento de resíduos sólidos. Inclui-se neste contexto identificar e caracterizar fontes de produção de resíduos sólidos urbanos, industriais e rurais; determinar e analisar a composição de uma massa de resíduos, propriedades físico-químicas, físicas, químicas e biológicas; conhecer e compreender as transformações físicas, químicas e biológicas dos resíduos; conhecer e aplicar legislação nacional e comunitária; planejar, implementar e analisar resultados de campanhas de caracterização de resíduos; definir e especificar processamento e tratamento de resíduos com competências nos processos de valoração destes.

Também se insere na linha de pesquisa “Processos Educativos em Engenharia”. Esta linha objetiva o estudo, elaboração, planejamento, implantação, monitoramento e/ou avaliação dos processos educativos em trabalhos de gestão ambiental pública ou privada. Além disso fornecer instrumentos para aplicação dos conhecimentos teóricos e práticos junto ao público-alvo (comunidade e/ou setor produtivo), possibilitando a estes a aquisição de conhecimento, compreensão, habilidades e motivação para que possam adquirir valores, mentalidades e atitudes necessárias para lidar com questões/problemas ambientais e encontrar soluções sustentáveis.

O trabalho tem como objetivo geral implantar unidades demonstrativas de prática de compostagem domiciliar nas escolas municipais de Nova Veneza.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Aperfeiçoar e desenvolver os métodos de compostagem nas escolas do Município de Nova Veneza;
- Desenvolver práticas de oficinas de educação ambiental para sensibilização sobre a técnica de compostagem em escolas do município;
- Elaborar folder com informações básicas sobre o processo de compostagem domiciliar;
- Dimensionar a área física, equipamentos e equipe operacional para Unidade de Compostagem Municipal adequada a realidade de Nova Veneza.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma realidade que hoje se mostra como um dos grandes problemas das ações antrópicas é a geração de resíduos sólidos, comumente conhecido pela população como lixo. Para poder desenvolver um trabalho com base na realidade vivenciada pelos alunos das escolas de ensino básico pode-se desenvolver trabalhos de educação ambiental para valoração da fração orgânica, mas para tal é fundamental ter como base alguns conceitos e cuidados ligados à prática da compostagem.

2.1 COMPOSTAGEM

Os resíduos compostos por matéria orgânica também são recicláveis, num processo denominado “compostagem”, que em uma sequência de fases de degradação por microrganismos transforma a matéria orgânica em adubo (OLIVEIRA; AQUINO; CASTRO NETO, 2005).

Os mesmos autores definem compostagem como um processo biológico aeróbico (na presença de oxigênio) e controlado de transformação de resíduos orgânicos em compostos estabilizados, com características químicas e físicas diferentes do material original.

Segundo Naumoff; Peres (2000, p. 93), estas são algumas vantagens da compostagem:

- Redução de cerca de 50% do lixo destinado em aterro;
- Economia do aterro;
- Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Reciclagem de nutrientes para o solo;
- Processo ambientalmente seguro;
- Economia de tratamento de efluentes.

Segundo Oliveira; Aquino e Castro Neto (2005), existe fatores intervenientes no processo, tais como:

- Bactérias;
- Fungos;

- Actinomicetos (organismos intermediários entre bactérias e fungos);
- Temperatura;
- Relação Carbono, Nitrogênio (os organismos necessitam no mínimo 30/1, pois absorvem dez partes de C ao protoplasma e eliminam outras 20 usadas como energético em processos metabólicos, na forma de CO₂);
- pH;
- Tamanho das partículas.

O processo de compostagem pode ocorrer por dois métodos: o método natural em que pilhas de lixo orgânico são dispostas em um pátio, devendo ser revolvido periodicamente para haver uma boa aeração, e o método acelerado, no qual as pilhas de lixo são colocadas sobre tubulações furadas e o ar é insuflado dentro das pilhas (NAUMOFF; PERES, 2000).

“O lixo gerado nas comunidades de pequeno, médio ou grande porte constitui-se em um dos maiores problemas da sociedade moderna” (PEREIRA NETO, 2007, p. 11).

A reciclagem pode ser feita com resíduos inertes (plásticos, vidros, metais etc.) e com resíduos orgânicos (restos de frutas, legumes e de alimentos em geral, folhas, grama etc.). A forma mais eficiente de reciclagem dos resíduos orgânicos é por intermédio de processos de compostagem. (PEREIRA NETO, 2007, p. 12).

Um grande desafio que a sociedade enfrenta diz respeito a mudanças comportamentais em relação aos resíduos sólidos gerados no dia a dia. Pode-se dizer que de certa forma tudo começa dentro de casa, o que fazer com os resíduos domiciliares? Como diminuir a produção? Quais os conhecimentos necessários para que as pessoas assumam um comportamento de mudança? Como separar os resíduos para coleta seletiva?

Segundo Leite (1995 apud INÁCIO; MILLER, 2009, p. 19):

A coleta seletiva deve ser priorizada em qualquer sistema municipal de tratamento e disposição de resíduos sólidos, e se apresenta como a única maneira de proporcionar o adequado acondicionamento das diferentes categorias de resíduos possibilitando que estes sejam mais facilmente

destinados às suas respectivas operações de tratamento e reciclagem, diminuindo as perdas e os custos com o transporte e a separação em usinas.

No capítulo II, do art. 3º, inciso VII, da Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, fica estabelecido que a destinação final ambientalmente adequada seja a:

Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a **compostagem**, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (BRASIL, 2010, grifo nosso).

O capítulo III, das Responsabilidades dos Geradores e do Poder Público, seção II, art. 36º determina que:

No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:
[...] V – implantar sistema de **compostagem** para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido; [...]. (BRASIL, 2010, grifo nosso).

Já na Lei nº 14.675, de 13 de Abril de 2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina e estabelece outras providências, no título VI, das Atividades Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental, capítulo I, dos Resíduos Sólidos diz que:

Art. 266º Cabe ao órgão competente pela aprovação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos fixarem os critérios básicos para sua elaboração, com base nos princípios e fundamentos estabelecidos nesta Lei, contendo as seguintes informações sobre:
[...] VII – soluções direcionadas: [...]
[...] b) à **compostagem**; [...]. (SANTA CATARINA, 2009, grifo nosso).

Atualmente, a geração de resíduos sólidos no mundo é cada vez maior e do mesmo modo é o consumo dos recursos naturais utilizados para a produção dos diversos produtos que se consomem, o que faz com que se debata e se busque diariamente formas de reduzir, reciclar, reutilizar e agregar valor aos resíduos gerados, que minimizem a sua geração e o descarte indevido, buscando-se a

preservação e proteção do meio ambiente. Sendo assim, uma das alternativas é a compostagem.

A compostagem de resíduos orgânicos gera um benefício para uso agrícola, constituindo-se num processo que possibilita o cumprimento dos itens considerados fundamentais no conceito de desenvolvimento sustentável para o eficiente tratamento e disposição de resíduos sólidos: (a) Minimização de impactos ambientais; (b) Minimização de rejeitos; (c) Maximização da reciclagem. (INÁCIO; MILLER, 2009, p. 15).

O vocábulo “compost”, da língua inglesa, deu origem à palavra composto, para indicar o fertilizante orgânico preparado a partir de restos vegetais e animais através de um processo denominado compostagem (KIEHL, 2002, p. 1).

“Define-se a compostagem como sendo um processo controlado de decomposição microbiana de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido [...]” (KIEHL, 2002, p. 1).

Segundo Pereira Neto (2007, p. 17), a compostagem “é um processo biológico aeróbico e utilizado no tratamento e na estabilização de resíduos orgânicos para a produção de húmus.”

Reciclar nutrientes e matéria orgânica para os solos agrícolas são benefícios diretos proporcionados pela compostagem de resíduos orgânicos, de qualquer origem, desde que não contenham poluentes que possam contaminar o solo. (INÁCIO; MILLER, 2009, p. 15).

Kiehl (2002, p. 1) diz que na natureza o processo de compostagem ocorre por tempo indeterminado, já que acontece de acordo às condições variáveis a que a massa de compostagem estiver exposta, por isso, o homem aprimorou tal técnica visando obter melhores condições da estabilização da matéria orgânica no processo de compostagem e de modo mais rápido, controlando o processo e fazendo com que o mesmo tenha as condições ideais para a sua realização.

“A compostagem é um processo **controlado** pelo fato de se acompanhar e controlar a temperatura, a aeração e a umidade, entre outros fatores [...]” (KIEHL, 2002, p. 1, grifo do autor).

A biodegradação controlada dos resíduos orgânicos é uma medida necessária para viabilizar o potencial de fertilização da matéria orgânica e evitar os fatores adversos causados pela degradação descontrolada no meio ambiente com os problemas ambientais sanitários, econômicos, dentre outros. (PEREIRA NETO, 2007, p. 16).

Segundo Pereira Neto (2007, p. 16), o termo degradação ou biodegradação da matéria orgânica é relativo aos resíduos serem decompostos por microrganismos e o tempo de decomposição varia, principalmente, devido à composição do resíduo orgânico, em que resíduos como serragem, materiais palhosos e secos demoram mais tempo para serem decompostos comparativamente aos legumes e esterco devido às suas diferentes características.

O processo de compostagem passa:

[...] pelas seguintes fases: uma inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida da fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a cura, a maturação ou mais tecnicamente, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, quando se pode dar por encerrada a compostagem. Durante todo o processo ocorre a produção de calor e desprendimento, principalmente, de gás carbônico e vapor d'água. (KIEHL, 2002, p. 1).

Primeira fase do processo de compostagem:

Fitotóxica. O primeiro sintoma que identifica esta fase no início da decomposição da matéria orgânica contida em uma leira de compostagem é o desprendimento de calor, vapor d'água e CO₂. Os materiais orgânicos crus possuem reação ácida, pois a seiva das plantas e demais partes dos vegetais apresentam reação ácida. As dejeções sólidas e líquidas dos animais e humanas também são de reação ácida; além disso, no início da decomposição biológica da matéria orgânica, como já citado, desenvolvem-se traços de diversos ácidos minerais e em maior quantidade ácidos orgânicos, principalmente ácido acético, toxinas danosas às plantas, componentes que dão ao material propriedades de fitotoxicidade. (KIEHL, 2002, p. 4-5).

Segunda fase do processo de compostagem:

Semicura. Passados os primeiros 10 a 20 dias correspondentes à primeira fase, quando a decomposição pouco progride, o material entra no estágio da semicura ou, mais tecnicamente, no estágio de bioestabilização. Ao completar esta fase o composto deixa de ser danoso às plantas, porém, ainda não apresenta as características e propriedades ideais. (KIEHL, 2002, p. 6).

Terceira fase do processo de compostagem:

Maturação. Tecnicamente conhecida como humificação, esta fase é o estágio final da degradação da matéria orgânica, quando o composto propriamente dito adquire as desejáveis propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas. Maturidade não deve ser confundida com

qualidade do composto, pois um composto pode estar maturado, humificado e ser de baixa qualidade [...]. (KIEHL, 2002, p. 6).

De acordo com Pereira Neto (2007, p. 18), os fatores que afetam o processo de compostagem por interferirem na atividade microbiológica, são: umidade, oxigenação, temperatura, concentração de nutrientes, tamanho das partículas e pH.

2.1.1 Umidade

No processo de compostagem, “[...] a presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não vivem na sua ausência” (KIEHL, 2002, p. 36-37).

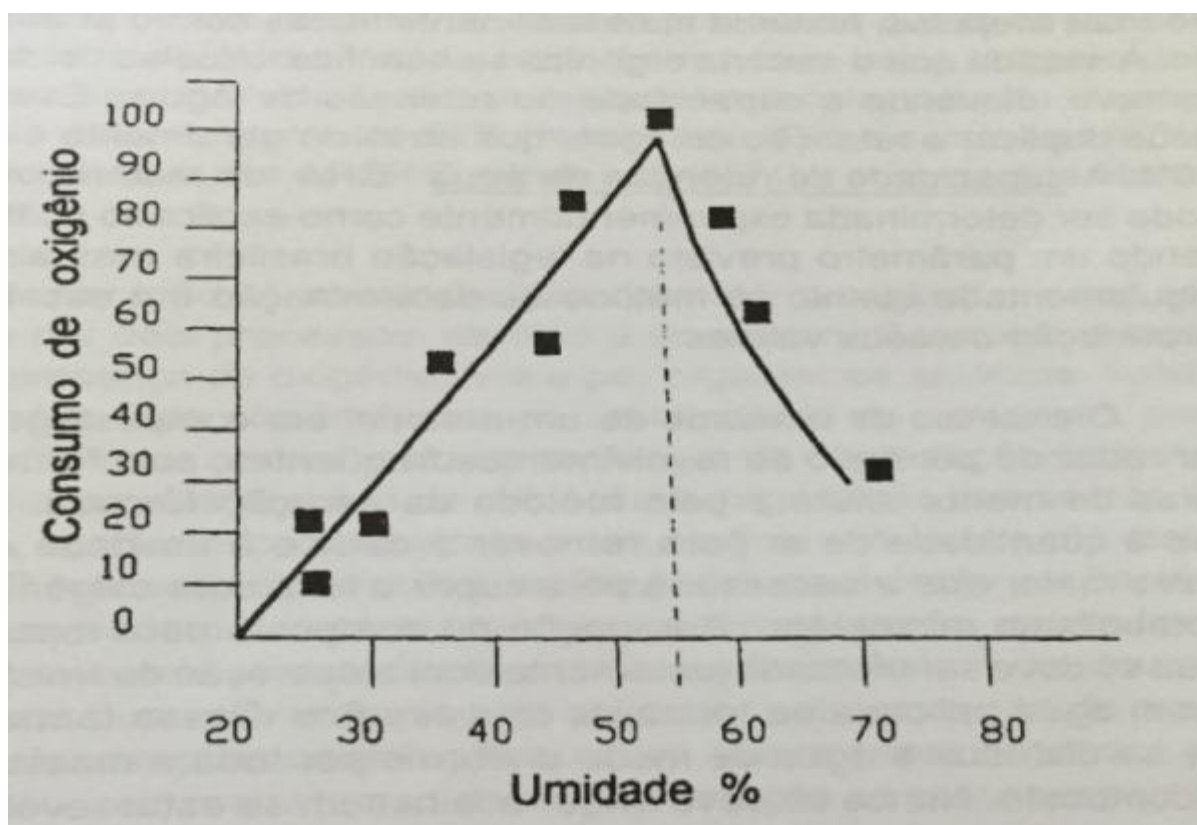
Do ponto de vista teórico, o teor de umidade ideal para propiciar a degradação dos resíduos orgânicos é 100%. Entretanto, devido à necessidade de se obter configuração geométrica definida e manter porosidade adequada à passagem livre do ar para a oxigenação do material, a umidade fica restringida a um valor máximo, situado em torno de 60%. Sabe-se que alguns materiais como vegetais secos exigem índices de umidade maiores, para facilitar a sua biodegradação. (PEREIRA NETO, 2007, p. 18).

Segundo Kiehl (2002, p.37), caso a umidade da massa de compostagem esteja abaixo de 40% a sua degradação será aeróbica, contudo lenta, as bactérias estarão pouco ativas e os fungos estarão em maior atividade, já se a umidade estiver acima de 60% a massa de compostagem estará molhada, a água irá preencher os espaços vazios por onde ocorreria a aeração da matéria orgânica e a degradação de tal material será em parte anaeróbica, o que possibilita a geração de maus odores, assim sendo, o ideal é que a umidade seja sempre superior a 40% e inferior a 60%, tendo um valor ideal de 55%.

Na Figura 1 é possível constatar-se que houve um aumento do consumo de oxigênio – maior degradação da matéria orgânica – por parte dos microrganismos com o aumento da umidade até 55%, e que logo após a umidade atingir tal valor houve uma diminuição brusca do consumo de oxigênio – diminuição da degradação da matéria orgânica.

O controle do excesso de umidade, muitas vezes negligenciado na maioria dos sistemas em operação no país, é necessário e importantíssimo para evitar a anaerobiose, o qual ocorre quando o excesso de água ocupa os espaços vazios (porosidade) do material. Caso ocorra a anaerobiose, gases fétidos serão gerados, além da atração de vetores e, conseqüentemente, produção de líquidos lixiviados, tornando o local comprometido do ponto de vista sanitário e ambiental. (PEREIRA NETO, 2007, p.18-19).

Figura 1 – Efeitos da umidade no consumo de oxigênio na compostagem do lixo domiciliar.



Fonte: SNELL, 1957 apud KIEHL, 2002, p.37.

Segundo Pereira Neto (2007, p. 19-20), pode-se reduzir a umidade da massa de compostagem ao se colocar resíduos vegetais secos (folhas, capins, gramas, etc.), lascas de madeiras (de 3 a 5 cm), até mesmo o próprio fertilizante orgânico pronto, entre outros materiais; no final do processo de compostagem, depois de ocorrer o peneiramento do fertilizante orgânico pronto, as lascas de madeira que restarem podem ser recolocadas em novos processos de compostagem junto com a massa de compostagem fresca, até que ocorra a sua total decomposição. Já no caso da massa de compostagem com pouco teor de umidade, pode-se colocar água ou resíduos orgânicos frescos (com alto teor de umidade) de

acordo com a necessidade que se tem no processo de compostagem, visando sempre o valor ideal de 55% de umidade.

2.1.2 Oxigenação (Aeração)

De acordo com Pereira Neto (2007, p. 20), já que a compostagem é um processo aeróbico, relativamente à eficiência técnica, não se admite que a mesma seja realizada por processo anaeróbico devido à geração de maus odores e gases prejudiciais ao meio ambiente que o proporcionou.

O aeróbio é realizado na presença de oxigênio livre e por organismos aeróbios, sendo caracterizado pela alta temperatura desenvolvida no composto, pela ausência de maus odores, pelo menor tempo de degradação da matéria orgânica e pelas reações de oxidação e oxigenação que se dão no processo, conduzindo o substrato a ter no final um índice de pH maior que 7,0. O processo anaeróbio é realizado principalmente por bactérias que decompõem a matéria orgânica por fermentação, na ausência de oxigênio, sendo caracterizada pela baixa temperatura desenvolvida (a menos que calor externo seja aplicado) pela produção de maus odores, pelas reações de redução química que ocorrem na massa em fermentação, pelo maior tempo de cura em relação ao processo aeróbio e pela tendência do composto se tornar ácido. (KIEHL, 2002, p. 39).

Kiehl (2002, p. 39-40) diz que “a aeração, é na prática da compostagem, o fato mais importante a ser considerado no processo de decomposição da matéria orgânica”.

A massa de compostagem pode ser oxigenada por processos artificiais (mecânicos) ou naturais (reviramento manual). A aeração tem por finalidade suprir a demanda de oxigênio requerida pela atividade microbológica e atuar como agente de controle da temperatura. (PEREIRA NETO, 2007, p. 20).

Segundo Kiehl (2002, 40), o “excesso de aeração pode secar demais a leira e dar formação a canais preferenciais para a passagem do ar, prejudicando a distribuição uniforme por toda a massa”.

Nas usinas de compostagem acelerada que empregam digestores para movimentar o lixo, a aeração é feita por essa movimentação, acompanhada ou não de ventilação forçada no interior desse equipamento. No pátio de compostagem a aeração é feita por revolvimentos da leira. (KIEHL, 2002, p. 40).

“O revolvimento do composto no pátio, ao mesmo tempo que introduz ar novo, rico em oxigênio, libera o ar contido na leira, saturado de gás carbônico gerado pela respiração dos microrganismos” (KIEHL, 2002, p. 40).

Essa renovação é importante, pois o teor de gás carbônico existente no interior da leira pode chegar a concentrações cem vezes maiores que seu conteúdo normal no ar atmosférico. Faltando oxigênio na leira, haverá formação e acúmulo de dióxido de carbono e metano, componentes característicos da fermentação. (KIEHL, 2002, p. 40-41).

Pereira Neto (2007, p. 21) explica que “o ciclo de reviramento, quer para os resíduos orgânicos urbanos, quer para os agrícolas, deve acontecer, em média, duas vezes por semana”.

A concentração de oxigênio pode ser alta, cerca de 18% na camada mais externa da leira, na profundidade de até 30 a 40 cm; entre 40 e 70 cm o teor é bem menor, de 5 a 10%, enquanto que na base da pilha é de zero ou 1 a 2%. Teores de 0,5% foram observados em leiras de composto de lixo domiciliar sem apresentar sintomas de anaerobióse. (POINCELOT, 1975 apud KIEHL, 2002, p. 41).

Segundo Kiehl (2002, p. 41), o programa de reviramento das leiras de compostagem deve ter como base a concentração de oxigênio, a temperatura e a umidade, tendo-se em conta o parâmetro de menor eficiência ou simplesmente dois ou até mesmo os três em conjunto.

2.1.3 Temperatura

De acordo com Pereira Neto (2007, p. 22), “a temperatura constitui um dos fatores mais indicativos da eficiência do processo de compostagem. O valor médio ideal da temperatura é de 55 °C.”

Há uma diferença entre calor e temperatura. O calor é medido em unidades como caloria ou BTU (British Thermal Unit), enquanto a temperatura é dada em graus Fahrenheit ou Célsius. O calor é uma forma de energia e sua medição é mais difícil enquanto a temperatura se mede com um simples termômetro. (KIEHL, 2002, p. 46).

Pereira Neto (2007, p. 22) orienta que se devem evitar temperaturas acima de 65 °C, pois causam a morte dos microrganismos mineralizadores que executam a decomposição dos resíduos orgânicos.

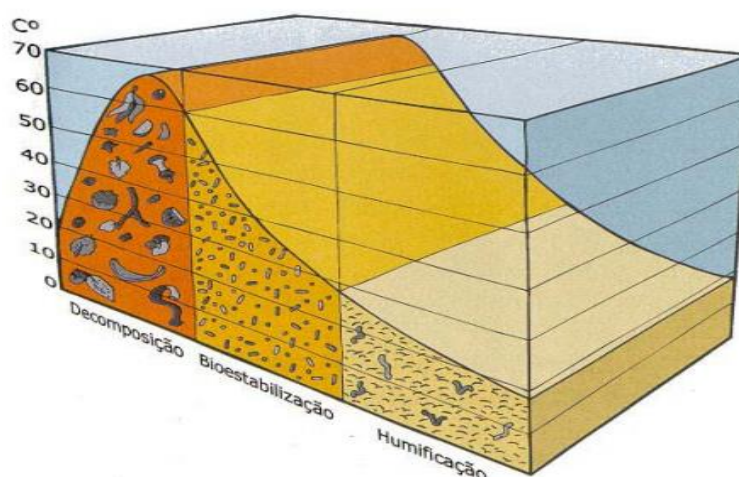
[...] e acima de 70°C, por longo período de tempo, são desaconselháveis por restringirem a ação dos organismos mais sensíveis, insolubilizar proteínas hidrossolúveis, provocar alterações químicas indesejáveis e desprendimento de amônia se o material possuir baixa relação C/N. (KIEHL, 2002, p. 46).

Segundo Kiehl (2002, p. 46), a temperatura nas leiras de compostagem varia de acordo a cada região, e que se deve medir a sua temperatura periodicamente entre 40 a 60 cm de profundidade nas leiras, executando tais ações em variadas posições e também ao meio da leira de compostagem para que se tenham valores médios representativos.

De acordo com Pereira Neto (2007, p. 22), na segunda fase do processo de compostagem é importante se manter controladas temperaturas termofílicas (45-65 °C), visto que é a fase em que ocorre maior decomposição da massa de compostagem, visando atingir maior eficácia do processo, e ter assim maior velocidade de decomposição da massa de compostagem e exclusão dos microrganismos patogênicos.

Kiehl (2002, p. 46) afirma que de acordo à temperatura, os organismos que se encontram na massa de compostagem são classificados como mesófilos, termófilos e termotolerantes (Figura 2).

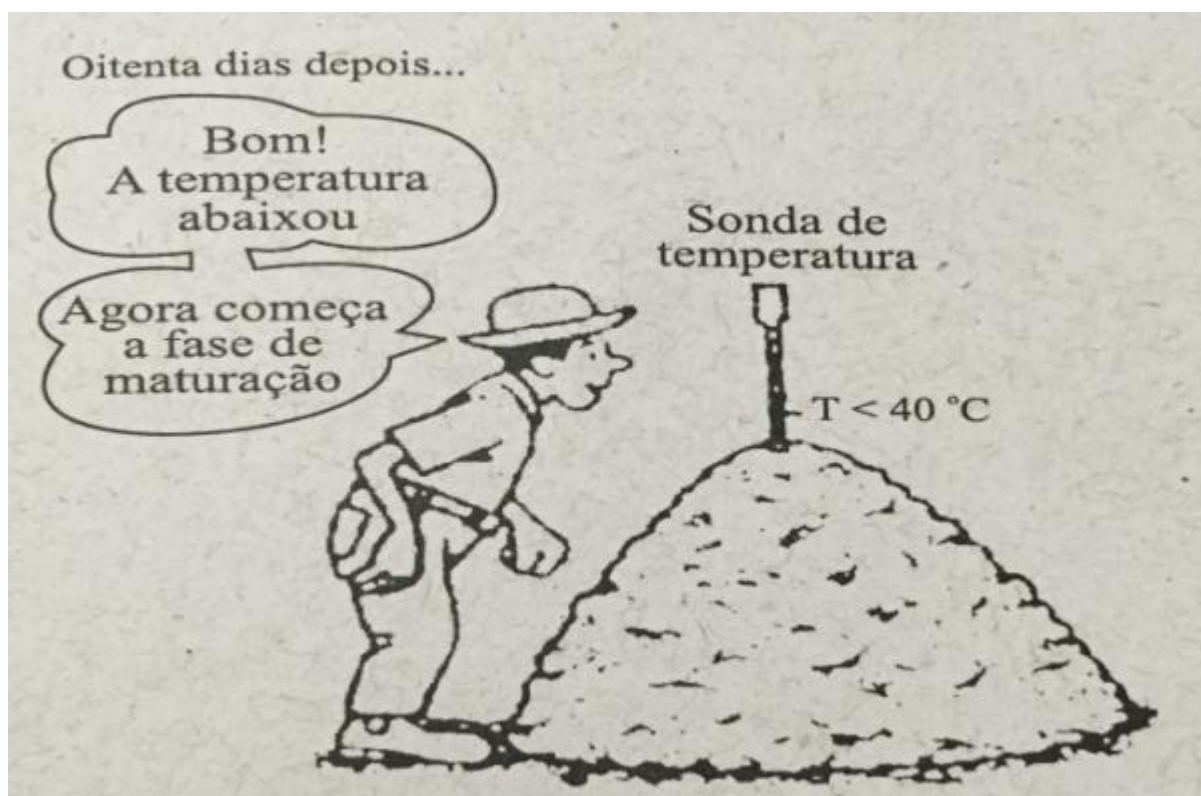
Figura 2 – Variações de temperatura durante as três etapas da compostagem.



Principais fatores que contribuem para o desenvolvimento da temperatura (Figura 3) na massa de compostagem (PEREIRA NETO, 2007, p. 22-23): características da matéria-prima; tipo de sistema utilizado; controle operacional: teor de umidade, ciclo de reviramento, balanço inicial dos (nutrientes) e quantidade de material; e configuração geométrica das leiras.

Desde que o ambiente ecológico da massa de compostagem seja satisfatório (umidade, aeração, nutriente etc.), as leiras devem registrar temperaturas termofílicas no período de 12 a 24 horas após a montagem, que caracteriza a fase de aquecimento – 1ª fase do processo. Essas temperaturas deverão permanecer durante toda a segunda fase, média de 80 dias nos processos de baixo custo, atingindo valores inferiores a 45 °C somente no final dessa fase, que caracteriza o resfriamento – 3ª fase do processo. Temperaturas controladas, inferiores a 40 °C, indicam o início da 4ª, ou seja, a maturação que se caracteriza pelo desenvolvimento de temperaturas mesofílicas (30 a 45 °C). (PEREIRA NETO, 2007, p. 23)

Figura 3 – Queda de temperatura, caracterizando a mudança da fase ativa para a fase de maturação.



Fonte: PEREIRA NETO, 2007, p. 23.

2.1.4 Concentração de Nutrientes (Relação carbono/nitrogênio):

Pereira Neto (2007, p. 24) destaca que quanto maior a variedade de matéria orgânica presente na massa de compostagem, maior será a variedade de nutrientes e mais diversificados serão os microrganismos presentes, o que permite que aumente a eficácia do processo de compostagem.

Os microrganismos necessitam de macronutrientes (elementos básicos necessários em maior volume às plantas como carbono, oxigênio e hidrogênio) e micronutrientes (elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, por exemplo zinco, ferro, sódio e manganês) para o exercício de suas atividades metabólicas. (PEREIRA NETO, 2007, p. 24).

“O carbono, dentre outras funções, é a fonte básica de energia para as atividades vitais dos microrganismos. Por sua vez, o nitrogênio é necessário na reprodução protoplasmática dos microrganismos” (PEREIRA NETO, 2007, p. 24).

Dentre os nutrientes usados pelos microrganismos, dois são de extrema importância, quais sejam: o carbono e o nitrogênio, cuja a concentração e disponibilidade biológica de ambos afetam o desenvolvimento do processo. Por isso, esses dois elementos constituem fatores limitantes nos processos de compostagem. (PEREIRA NETO, 2007, p. 24).

De acordo com Pereira Neto (2002, p. 24), a decomposição da massa de compostagem no processo tem uma relação direta com a reprodução celular dos microrganismos, visto que, caso haja a falta de nitrogênio não irá ocorrer tal reprodução, o que é prejudicial para o processo de compostagem.

“Em geral, os resíduos palhosos (vegetais secos) são fontes de carbono; já os legumes (frescos) e os resíduos fecais constituem fontes de nitrogênio (e de outros nutrientes e microrganismos)” (PEREIRA NETO, 2002, p. 24).

Conforme Pereira Neto (2007, p. 16), no processo de compostagem são colocados resíduos orgânicos putrescíveis, sobras de frutas, sobras de legumes, restos de alimentos, podas, gramas, palhas, sobras agrícolas, serragem, entre outros.

Os microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio sempre na relação C/N de 30 para 1, quer a matéria-prima a ser compostada tenha relação 80/1 ou 8/1. Com a própria compostagem a relação C/N será corrigida, de maneira que, quando o composto estiver humificado, a relação C/N será em torno de 10/1. Se a relação inicial for elevada, por exemplo, 60 ou 80/1, o tempo de compostagem será maior, pois faltará nitrogênio para os organismos; esse elemento será reciclado entre as células microbianas até a degradação total da matéria orgânica, enquanto o excesso de carbono é eliminado na forma de gás carbônico. Ao contrário, se a relação C/N for baixa, 6/1 por exemplo, os microrganismos eliminarão o excesso de nitrogênio na forma de amônia, até atingir a relação 30/1; daí para diante o processo será como se inicialmente a relação fosse a ideal, 30/1. (KIEHL, 2002, p. 14).

Segundo KIEHL (2002, p. 14), a massa de compostagem atinge a semicura ou a bioestabilização quando a relação C/N em cerca de 18/1 e o fertilizante orgânico está pronto quando a relação C/N está em cerca de 10/1.

De forma resumida, relativamente à relação C/N e ao tempo de maturação, este é o entendimento que se pode ter sobre a massa de compostagem (KIEHL, 2002, p. 14):

- Relação C/N acima de 50/1: indica deficiência de nitrogênio, sendo o tempo de maturação mais prolongado;
- Relação C/N entre 30/1 e 50/1: permite uma decomposição um pouco mais rápida que a anterior;
- Relação C/N muito abaixo de 10/1: pode haver perda de nitrogênio por volatilização na forma de amônia, se o resíduo não receber materiais ricos em carbono para ajustar a relação até a considerada ótima e reduzir o tempo de maturação;
- Relação C/N entre 25/1 e 35/1: é considerada ótima.

Juntamente com os demais fatores que afetam o processo de compostagem, é necessário que o balanço de C/N esteja dentro dos parâmetros estabelecidos para que a compostagem ocorra da forma adequada.

2.1.5 Tamanho da Partícula

Segundo Pereira Neto (2007, p. 26), o tamanho da partícula do resíduo orgânico que integra a massa de compostagem deve ser ajustado durante a montagem das composteiras ou leiras de modo que seja uniforme, o que aprimora diversos fatores, tais como: homogeneização da massa de compostagem, melhoria da porosidade, menor compactação, maior capacidade de aeração, aumento da área superficial para degradação, e menor tempo de compostagem.

A granulometria da matéria-prima ou tamanho das partículas, usando um termo mais técnico, a sua textura, tem grande importância no processo de compostagem, governando o movimento de líquidos e gases na leira. (KIEHL, 2002, p. 48-49, grifo do autor).

2.1.6 Índice de pH

Segundo Kiehl (2002, p. 9), “a reação da matéria orgânica quer vegetal ou animal, é geralmente ácida, (índice baixo de pH). O suco celular dos vegetais, o sangue, as fezes, a urina dos animais, são de natureza ácida.”

De acordo com Kiehl (2002, p. 9), de início, no processo de compostagem já ocorre reação ácida e dando continuidade ao processo, na fase fitotóxica, o ambiente se torna ainda mais ácido devido à decomposição da massa de compostagem, havendo a formação dos ácidos orgânicos, acidificando mais o ambiente que o próprio material orgânico. Em seguida há a formação de compostos de formação alcalina, isso, por causa dos ácidos orgânicos e os traços de ácidos minerais que são formados no processo e acabam por reagir com bases liberadas do material orgânico.

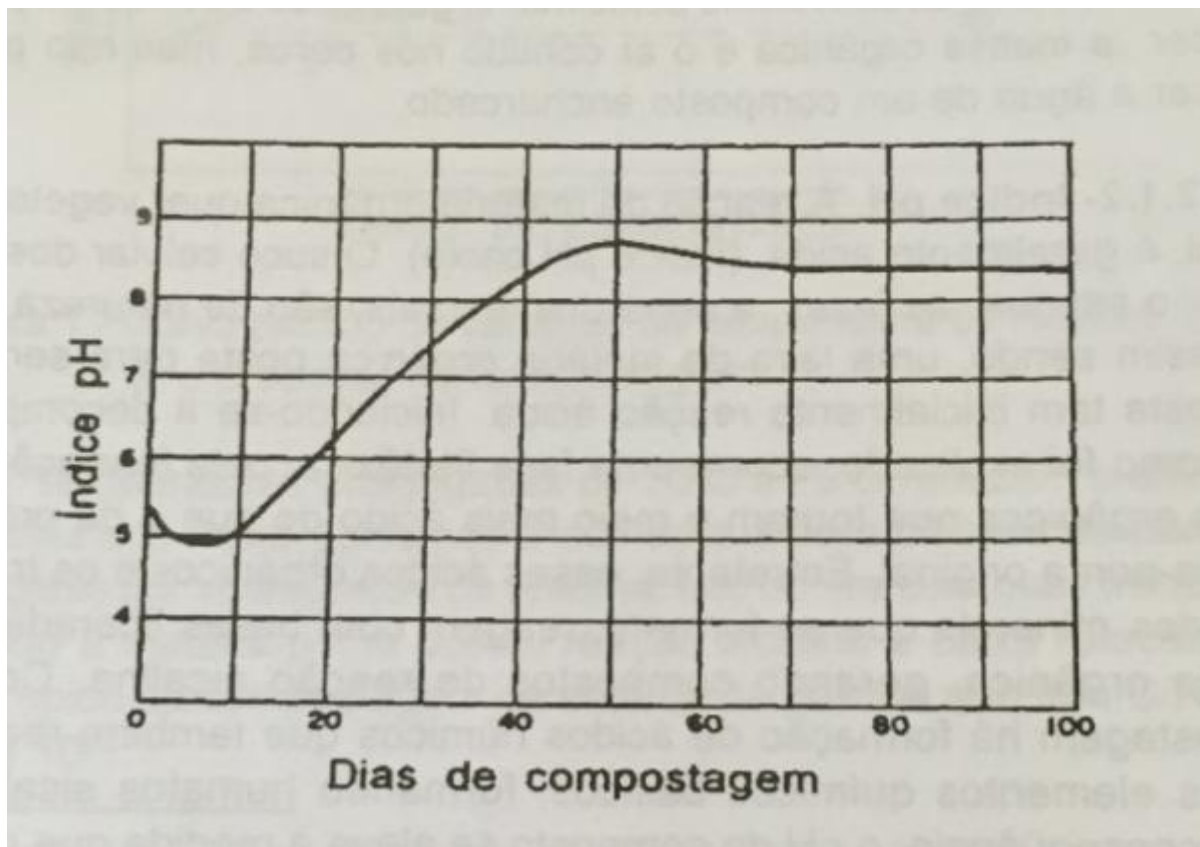
“Com a compostagem há a formação de ácidos húmicos que também reagem com os elementos químicos básicos, formando ácidos húmicos” (KIEHL, 2002, p. 9).

Kiehl (2002, p. 9) observa ainda que “como consequência, o pH do composto se eleva à medida que o processo se desenvolve, passando pelo pH 7,0 (neutro) e alcançando pH superior a 8,0 (básico)”.

Cerca de 98% do nitrogênio da matéria orgânica estão na forma orgânica. Pela compostagem o nitrogênio orgânico transforma-se em nitrogênio amídico e depois em nitrogênio amoniacal, dando à massa em decomposição um pH mais elevado ainda, pela reação alcalina, característica da amônia (NH_3). Nitrosomonas e nitrobactérias transformam esse nitrogênio amoniacal em nitrato (NO_3), que é o produto final da degradação do nitrogênio orgânico. Anote-se que no final da compostagem todo o nitrogênio orgânico deverá estar mineralizado na forma de nitrato. (KIEHL, 2002, p. 10).

Kiehl (2002, p. 10) mostra na Figura 3 que entre os primeiros 10 a 15 dias (fase fitotóxica, de atraso), a degradação da matéria orgânica é lenta, e o pH ácido; após tal fase, o pH aumenta durante a presença do nitrogênio amoniacal, alcalino, reduzindo um pouco a seguir, ao passar para a forma de nitrato.

Figura 4 – Variação do índice de pH do composto com o tempo de compostagem.



Fonte: KIEHL, 1985 apud KIEHL 2002, p. 10.

2.2 MODELOS DE COMPOSTEIRAS DOMÉSTICAS

Existem vários modelos de composteiras possíveis de serem utilizadas nas residências e domicílios. Cada modelo apresenta certas particularidades, devendo a opção de escolha levar em consideração as condições disponíveis, o tempo dispensado para o cuidado, o tipo de resíduo orgânico gerado, os materiais disponíveis, o local a serem instaladas, entre outros fatores.

A compostagem de baixo custo envolve processos simplificados e é realizada em pátios, onde materiais a serem compostados, denominados “massa de compostagem”, são postos em montes de forma cônica, conhecidos como “pilhas de compostagem”, ou em montes de forma prismática, com seção reta aproximadamente triangular, chamados de “leiras de compostagem”. (PEREIRA NETO, 2007, p. 17).

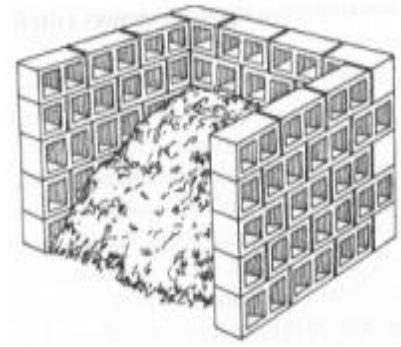
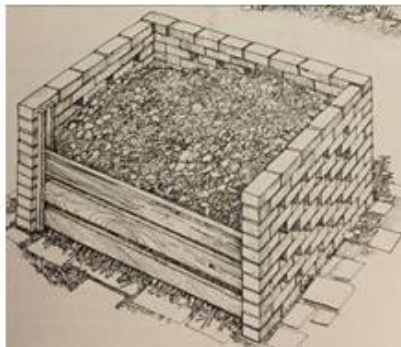
Também se realiza a compostagem por meio de composteiras, que são estruturas que podem ser construídos de modo simples para a prática de tal atividade. A massa de compostagem deve ser revirada e irrigada periodicamente para se obter as condições necessárias para a formação do húmus.

Alguns modelos de composteiras são ilustrados das Figuras 5 a 7.

Figura 5 – Composteiras de tijolo e madeira.

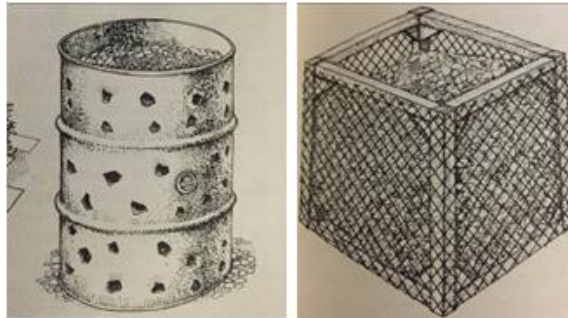


Fonte: SEYMOUR, 1987.



Fonte: CAMPBELL, 2005.

Figura 6 – Composteiras de tambor de óleo à esquerda e de caixote de tela à direita.

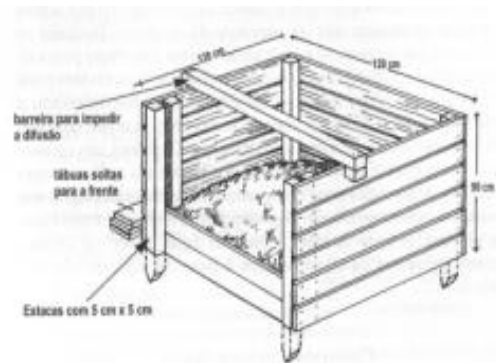


Fonte: SEYMOUR, 1987.

Figura 7 – Composteira de madeira.



Fonte: SEYMOUR, 1987.



Fonte: CAMPBELL, 2005.

Adicionar o composto feito em casa ao jardim e às plantas de vaso também reduz enormemente nossa dependência de produtos químicos tóxicos como os pesticidas e fertilizantes químico (GARCEZ; GARCEZ, 2011, p. 21).

Benefícios de se realizar a compostagem:

A melhor maneira de reduzir o desperdício de comida e aparas de jardim é compostá-los.

Em média, mais da metade do nosso lixo é formado por restos de comida, aparas de jardins e matéria orgânica que pode ser compostada.

Limitar a quantidade de resíduos orgânicos destinados aos lixões e aterros.

Produzir suas próprias verduras e hortaliças orgânicas em casa.

Potencializar gestos de proteção ao meio ambiente, aumentando o senso de responsabilidade.

O composto devolve nutrientes ao solo e melhora o crescimento das plantas por meio:

- da devolução de vida ao solo;
- da descompactação do solo;
- da melhora na capacidade de retenção de água pelo solo;
- a adição de minerais essenciais ao solo. (GARCEZ; GARCEZ, 2011, p. 21).

2.3 UNIDADE DEMONSTRATIVA

É um método planejado em que se desenvolve uma ou várias práticas, em uma determinada [atividade], com o objetivo de que venham a ser observadas e adotadas pelos demais [integrantes da comunidade]. A UD tem como finalidade criar na comunidade um exemplo vivo de técnicas que se quer introduzir (PEREIRA, 2009, 40 p.).

2.4 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

As ações de Educação Ambiental no Brasil somente foram regulamentadas 11 anos após à edição da Constituição Federal. A Carta Magna de 1988 no seu artigo 225º já apontava para a necessidade de definição de uma Política de Educação Ambiental, tanto do ponto de vista formal, quanto informal. A publicação da Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, no Capítulo I da Educação Ambiental, no Art.1º, diz que:

Entende-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e a sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

A Educação Ambiental visa fornecer:

Informações orientadoras para a participação da população ou de determinada comunidade em programas ou ações ligadas ao tema resíduos sólidos. Estas informações envolvem, em muitos casos, a chamada coleta seletiva, principalmente pela necessidade de participação diferenciada da população nesta nova modalidade de coleta. Está também presente em ações ou campanhas envolvendo limpeza de ruas, praias, serviços de coleta de resíduos ou de limpeza pública municipais já tradicionais, entre outras. (IPEA, 2012, p. 12).

Segundo IPEA (2012), um determinado tipo de informação ou conteúdo em educação ambiental aparece específica e preferencialmente ligado à educação formal e ao ambiente escolar. Neste caso o tema resíduos é normalmente trabalhado para chamar a atenção e sensibilizar a comunidade escolar para as questões ambientais de uma forma ampla.

Este tipo de trabalho pode parecer ligado a um trabalho de coleta específico ou à implantação de determinadas propostas de destinação – **estação de compostagem** [...]. Como o tema resíduos sólidos chama a atenção e é eminentemente prático, ele é, muitas vezes selecionado para se trabalhar a questão ambiental como um todo. (IPEA, 2012)

E fundamental desenvolver atividades de educação ambiental no sentido de motivar uma maior participação do cidadão no sistema de limpeza municipal, mostrando-lhes as consequências ambientais, econômicas e sociais de atos simples e diários como a [compostagem]. (EIGENHEER, 2009 apud IPEA, 2012, p. 12).

2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS: BREVE RETROSPECTO

As atividades de educação ambiental nas escolas surgiram através de discussões nos encontros da 1ª Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental em Tbilisi em 1977. No contexto internacional e nos mecanismos institucionais de governança global, os debates ocorridos na Geórgia (ex-URSS) são um marco emblemático que produziu ao todo 41 recomendações e propôs finalidades, objetivos e princípios.

Desta primeira conferência podem ser retiradas as finalidades da Educação Ambiental assim colocadas pela UNESCO:

- a. Ajudar a fazer compreender, claramente, a existência e a importância da interdependência econômica, social, política e ecológica, nas zonas urbanas e rurais;
- b. Proporcionar, a todas as pessoas, a possibilidade de adquirir os conhecimentos, o sentido dos valores, o interesse ativo e as atitudes necessárias para proteger e melhorar o meio ambiente;
- c. Induzir novas formas de conduta nos indivíduos, nos grupos sociais e na sociedade em seu conjunto, a respeito do meio ambiente. (UNESCO, 1977).

A Educação Ambiental é essencialmente oposta à simples transmissão de conceitos e conhecimentos científicos, constituindo-se num espaço de troca, de experiências e de sentimentos (SCHNEIDER et al, 2000).

Na leitura das recomendações da Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental em Tbilisi tens a indicação da Educação Ambiental com um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando a atitudes em relação ao meio, para

entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meio biofísicos (UNESCO, 1977).

A educação ambiental dá forma à promoção e à construção do conhecimento, visando despertar nos envolvidos a sensibilidade, a consciência de si mesmo em relação com o meio ambiente, a competência, a responsabilidade e a participação ativa.

Para Leff (2001, p. 178), a questão ambiental abre assim uma nova perspectiva epistemológica para compreender o desenvolvimento do conhecimento,

[...] o saber ambiental se constitui através da produção e articulação de saberes, para construir novas racionalidades sociais possíveis. Para isto, é necessário derrubar as fronteiras da “ciência normal”, levantar as comportas que permitam o fluxo interdisciplinar de conhecimentos e abrir o diálogo produtivo entre os saberes. (LEFF, 2001, p. 178).

A questão ambiental incorpora, na concepção de educação, a preocupação com a qualidade ambiental, sendo considerada importante para a sociedade, pois o futuro da humanidade depende da relação estabelecida entre o ser humano, a natureza e seu uso sustentável. Na educação atual, reconhece a necessidade de inserção das questões ambientais no contexto educacional e na vida cotidiana do indivíduo. As questões ambientais, de alguma forma, sempre estiveram presentes na vida do ser humano, partindo do princípio que o mesmo é parte do ambiente (CARVALHO, 2006).

A relação entre meio ambiente e educação para cidadania assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes para aprender processos sociais complexos e riscos ambientais cada vez mais intensificados pela ação antrópica (JACOBI, 2003).

A construção de um ambiente saudável implica no desenvolvimento de iniciativas visando os aspectos relacionados à cidade e à sua comunidade, tendo como finalidade a melhoria da qualidade de vida da população, podendo ser entendida como o direito do indivíduo a um meio ambiente equilibrado, às condições básicas para a sua sobrevivência e exercício da cidadania (COELHO; CESARINI; BRITO, 2002).

Para Jacobi (2003), a educação para a cidadania representa a possibilidade de motivar e sensibilizar o ser humano, assim transformando as várias

formas de participação em caminhos de dinamização da sociedade e de concretização tendo como base a educação para a participação.

A Educação Ambiental (EA) deve ser dirigida à comunidade, despertando o interesse do indivíduo em participar de um processo ativo no sentido de resolver os problemas dentro de uma realidade, estimulando o senso de responsabilidade e o esforço para construir um futuro melhor, desta forma, gerando mudanças na qualidade de vida e conscientização a respeito de preservação do ambiente.

A educação ambiental (...) trata-se de um aprendizado social, baseado no diálogo e na interação em constante processo de recriação e reinterpretação de informações, conceitos e significados, que podem se originar do aprendizado em sala de aula ou da experiência pessoal do aluno. Assim, a escola pode transformar-se no espaço em que o aluno terá condições de analisar a natureza em um contexto entrelaçado de práticas sociais, parte componente de uma realidade mais complexa e multifacetada. (JACOBI, 2003, p. 198). O autor ainda destaca que:

A educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento – o desenvolvimento sustentável. (JACOBI, 2003, p. 193).

Na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), os princípios da EA são: o enfoque humanista, holístico, democrático participativo; a concepção do meio ambiente em sua totalidade; pluralismo de ideias e concepções pedagógicas; a relação entre a ética, a educação o trabalho e as práticas sociais; continuidade e permanente avaliação crítica do processo educativo; a abordagem local, regional nacional e global das questões ambientais; o reconhecimento e o respeito às diversas culturas e indivíduos (BRASIL, 2009).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental que trata sobre os temas transversais, na parte sobre o Meio Ambiente (BRASIL, 1999, p. 190), traz a seguinte menção sobre a significação do processo de ensino-aprendizagem de Educação Ambiental:

O processo de ensino-aprendizagem de Educação Ambiental deve ser organizado de forma a proporcionar oportunidades para que os alunos possam utilizar o conhecimento sobre o Meio Ambiente para compreender a sua realidade e atuar nela, por meio do exercício da participação em diferentes instâncias: nas atividades dentro da própria escola e nos

movimentos da comunidade. É essencial resgatar os vínculos individuais e coletivos com o espaço em que os alunos vivem para que se construam essas iniciativas, essa mobilização e envolvimento para solucionar problemas. (BRASIL, 1999, p. 190).

Baseando-se neste conceito de ensino-aprendizagem em educação ambiental, este trabalho tem como foco as atividades desenvolvidas nas escolas municipais de ensino básico no município de Nova Veneza tendo como pano de fundo o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos e como tema gerador atividades de segregação, separação de resíduos orgânicos para realização de compostagem.

O trabalho com o tema **Compostagem** é de grande importância para contribuir na formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, **agindo no local e com efeitos globais.**

3 METODOLOGIA

A realização do presente projeto deu-se em 5 fases, primeiramente, se efetuou a pesquisa bibliográfica, com consulta às referências e literatura técnica específica sobre o tema.

Para contextualização de informações do município foram realizadas consultas a dados da Prefeitura de Nova Veneza por meio da Secretaria de Planejamento e Urbanismo, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, e Santec Resíduos/RAC Saneamento, entre outras, já que estes órgãos têm informações cadastrais relativas aos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e sobre roteiros de elaboração de projetos para a captação de recursos.

Na segunda fase, foram realizadas palestras nas escolas do município com abordagem sobre: o que é a compostagem? Qual a sua importância? Como é realizada? Exposição descritiva do processo de decomposição da massa de compostagem e sua manutenção.

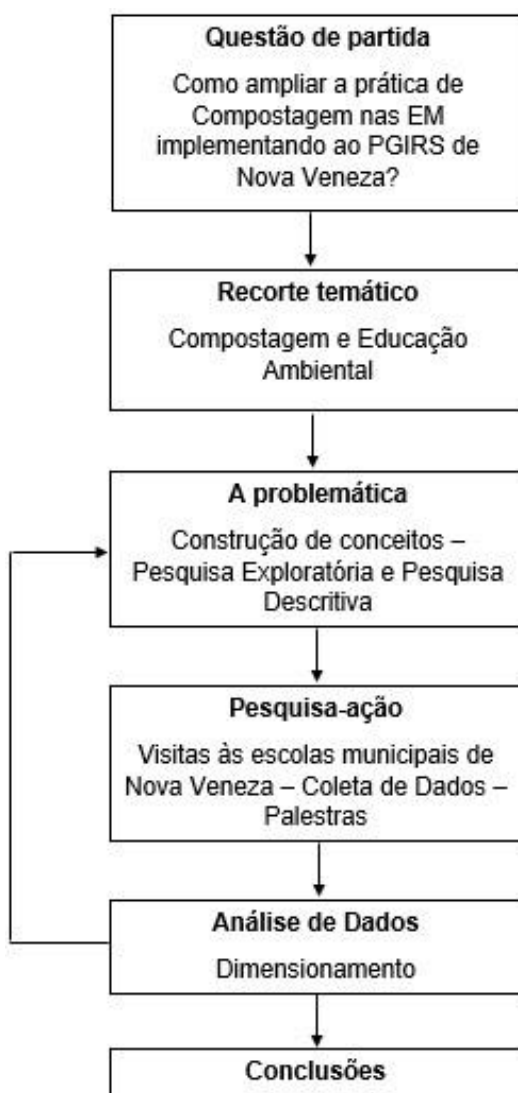
Na terceira fase, realizou-se nas escolas municipais, com a assessoria e acompanhamento da Secretaria de Obras do município, a construção de composteiras. Com os alunos e professores foram realizadas oficinas práticas e orientações sobre o processo de disposição dos resíduos de origem orgânica de acordo com a relação C/N, e enfatizando os cuidados relativos ao manejo da massa de compostagem para permitir a devida aeração, identificar sinais de correções necessárias para possível geração de odor e atração de vetores e outros animais, e técnicas simples de controle de temperatura e umidade; se usou o modelo de composteiras de alvenaria, o mais adequado de acordo à realidade do Município de Nova Veneza – SC.

Houve a elaboração de folder com informações básicas sobre compostagem e seu processo, com o intuito de impulsionar os alunos e professores das escolas municipais a realizar tal prática em suas residências, e assim, reutilizar e reduzir a geração de resíduos, atendendo à Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS; e também atender à Lei nº 14.675, de 13 de Abril de 2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina.

Na quarta fase, analisou-se o envolvimento e participação dos alunos e professores com as oficinas de Educação Ambiental realizadas, para valorar o uso dos resíduos de origem orgânica vegetal na produção de composto e aplicação como agregador de solo e fertilizante em hortas e jardins, na unidade escolar.

Por último, na quinta fase, com base no estudo de composição gravimétrica realizado de acordo com ao Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS de Nova Veneza foi dimensionado o espaço necessário para a implantação de uma unidade de compostagem no município, considerando a proposição de coleta diferenciada para a valoração do resíduo orgânico. Tal como representado na Figura 8.

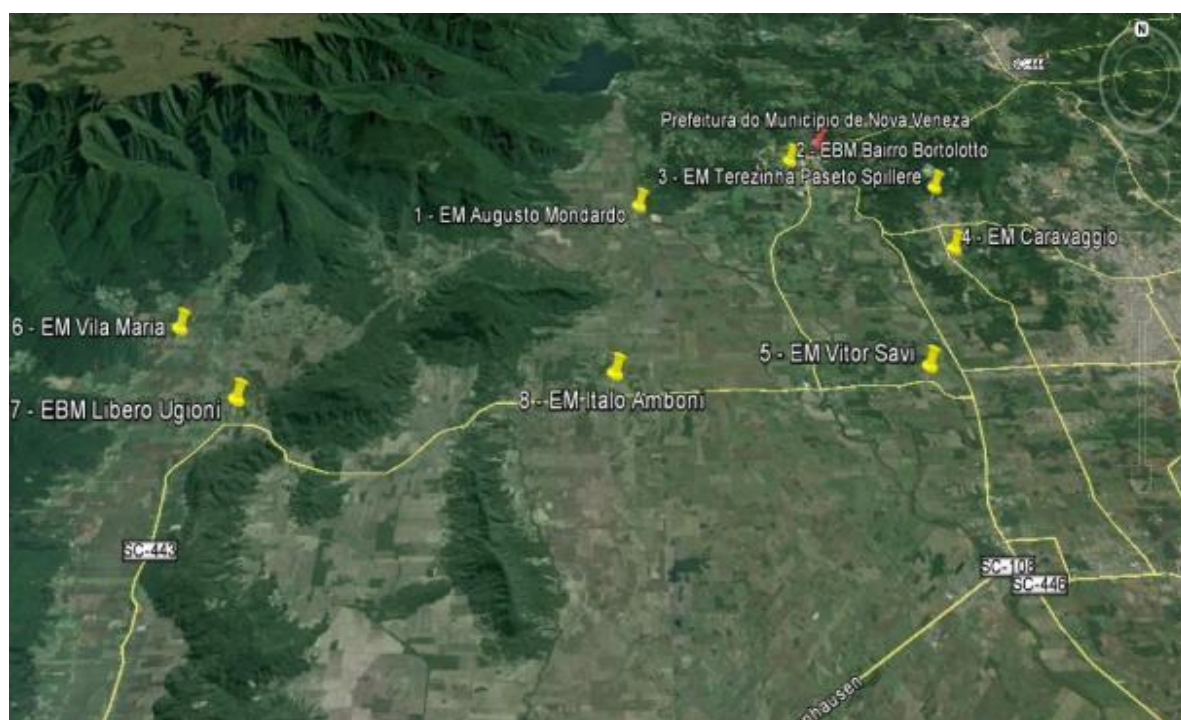
Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada no desenvolvimento das atividades.



A prática de compostagem de acordo às fases citadas acima, foi implantada nas seguintes escolas do município de Nova Veneza (Figura 9):

- 1 – Escola Municipal Augusto Mondardo;
- 2 – Escola Básica Municipal Bairro Bortolotto;
- 3 – Escola Municipal Terezinha Pasetto Spillere;
- 4 – Escola Municipal Caravaggio;
- 5 – Escola Municipal Vitor Savi;
- 6 – Escola Municipal Vila Maria;
- 7 – Escola Básica Municipal Libero Ugioni;
- 8 – Escola Municipal Ítalo Amboni.

Figura 9 – Mapeamento das escolas municipais de Nova Veneza em que se (re) implantou a prática de compostagem.



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Autor, 2015.

A metodologia adotada incorporou os princípios de pesquisa-ação em todas as etapas do trabalho de conclusão de curso: fundamentação teórica para embasamento conceitual dos temas principais, compostagem, educação ambiental, práticas de educação ambiental nas escolas, diagnóstico situacional de cada escola visitada, dimensionamento de uma unidade de separação e triagem para resíduos orgânicos.

A pesquisa-ação tem o caráter de não dissociar o olhar do pesquisador do contexto no qual este se insere, e também é caracterizado por uma mobilização/ação para entendimento e resolução de problemas concretos.

De acordo com Thiollent (2007) a pesquisa-ação é uma espécie de pesquisa social de base empírica concebida e realizada em íntima relação com uma ação ou como resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Este tipo de pesquisa caracteriza-se pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo de pesquisa, sendo que o observador desempenha um papel ativo na coleta, análise e interpretação dos dados e relacionamento entre o pesquisador e pesquisado se dá como mera observação (GIL, 1999, p. 47).

O trabalho desenvolvido nas escolas municipais de Nova Veneza e na Fundação Municipal de Meio Ambiente tem em seus principais aspectos:

- a) Uma ampla interação entre pesquisador e a comunidade escolar, por meio de práticas e técnicas de educação ambiental;
- b) Aplicação de métodos educativos e de técnicas de separação e triagem de resíduos, coleta seletiva e compostagem ajustados à realidade;
- c) O tema de investigação é baseado numa problemática do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, visto que representam uma parcela significativa do desperdício do consumo sem utilização de maneira consciente pela comunidade;
- d) O objetivo da pesquisa consiste em minimizar os resíduos orgânicos domiciliares utilizando a compostagem caseira e a incorporação de novos hábitos pela população local;
- e) Realização de atividades de articulação interinstitucional das instâncias governamentais municipais para a resolução de problemas de adequação de composteiras nas escolas municipais.

Quanto à natureza, foi uma pesquisa aplicada, pois:

[...] tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. Sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial. (GIL, 2008, p. 46).

Quanto à abordagem, a pesquisa foi qualitativa e quantitativa, pois foram recolhidas informações junto aos estudantes e professores durante o processo de implementação do projeto de compostagem, e foram recolhidos dados quantitativos durante o mesmo período.

Relativamente aos objetivos, as pesquisas realizadas no presente projeto foram exploratória, descritiva e explicativa.

Pesquisas exploratórias:

Quando o tema escolhido é bastante genérico, tornam-se necessários seu esclarecimento e delimitação, o que exige revisão da literatura, discussão com especialistas e outros procedimentos. O produto final deste processo passa a ser um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados. (GIL, 2008, p. 46).

Pesquisas descritivas:

As pesquisas deste tipo têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada [...] fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. (GIL, 2008, p. 47).

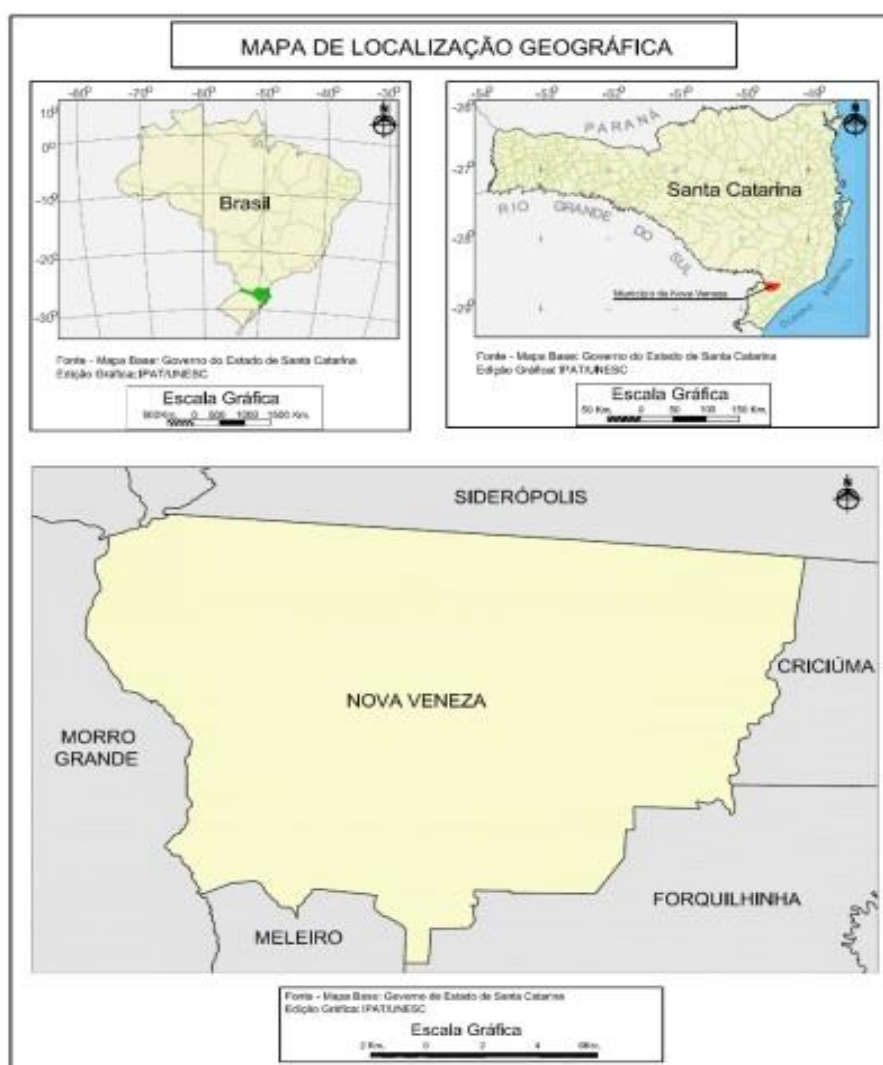
Segundo Gil (2008, p. 47), “as pesquisas explicativas nas ciências naturais valem-se quase que exclusivamente do método experimental”, e, “são aquelas que têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos”.

4 ANÁLISE DE DADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS RSU DE NOVA VENEZA

Segundo estimativas do IBGE (2014), o município de Nova Veneza tem uma população de cerca de 14.285 habitantes, está localizado na região sul do Brasil, no estado de Santa Catarina, na microrregião do município de Criciúma (Figura 10), pertence à AMREC – Associação dos Municípios da Região Carbonífera, ocupa uma área de 295,036 km², tem um clima mesotérmico úmido com verão quente e temperatura média de 19,1°C.

Figura 10 – Mapa de localização do Município de Nova Veneza.



Fonte: IPAT/UNESC, 2013.

A Tabela 1 representa a quantidade de resíduo que foi depositada pelo MNV no aterro sanitário da RAC Saneamento entre o período de 2009 a 2014. De acordo com os dados apresentados, nesse período houve aumento da quantidade de resíduo depositado, devido ao aumento da população a cada ano e também o aumento do consumo. Destaca-se o ano de 2012 em que houve uma mínima redução de resíduo depositado no aterro em relação aos anos de 2010 e 2011, contudo, no ano de 2013 voltou a ocorrer o aumento da quantidade de resíduo, inclusive maior que em 2010 e 2011.

A quantidade de resíduo depositado no ano de 2014 volta a confirmar o aumento crescente da geração de resíduo no MNV ano após ano. Por isso a importância do projeto “Nova Veneza Reciclando +”, buscando-se fazer a coleta seletiva do material reciclável para posterior valoração e a prática da compostagem por meio da utilização do resíduo orgânico, para que apenas o rejeito seja depositado no aterro sanitário, o que é positivo não apenas ambientalmente, mas também, para os custos que gera ao município.

Tabela 1 – Quantitativo Mensal de RSU (t) depositados no aterro sanitário pelo Município de Nova Veneza no período de 2009 a 2014.

Meses	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Janeiro	152,99	161,35	162,15	175,09	178,19	204,17
Fevereiro	133,72	151,67	167,65	164,01	156,27	172,18
Março	152,65	172,17	179,86	167,46	172,44	245,32
Abril	146,63	169,74	165,56	141,61	181,61	166,83
Maio	144,99	172,26	188,08	171,91	182,21	193,43
Junho	149,47	175,46	182,97	171,15	173,43	233,18
Julho	159,69	176,46	180,82	162,96	180,70	136,32
Agosto	154,09	162,18	183,60	171,59	180,19	277,22
Setembro	163,53	161,48	169,83	161,93	185,09	248,44
Outubro	163,37	178,56	162,56	174,71	186,33	199,19
Novembro	154,61	167,53	165,17	147,82	177,62	177,68
Dezembro	178,29	194,28	190,81	196,81	172,05	194,57
Total (t)	1.854,03	2.043,14	2.099,06	2.007,05	2.126,13	2.448,53

Fonte: Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014.

A Tabela 2 apresenta a quantidade da população que tem atendimento da coleta de RSU pelo caminhão compactador do município, em que se desconsiderou 8% da população total anual estimada pelo IBGE, descontando uma parte da população da área rural que não tem acesso à coleta de RSU; a quantidade média que é gerada por dia pela população com coleta do RSU; e a geração de resíduo por cada habitante do município entre os anos de 2009 a 2014, em que se destaca a diminuição da geração per capita nos anos de 2012 e 2013 em relação a 2010 e 2011, contudo, em 2014 a geração per capita voltou a aumentar e foi a maior já registrada.

Tabela 2 – População que encaminha os RSU para aterro sanitário, Quantidade Média Diária de RSU depositado no aterro sanitário e Geração Per Capita do MNV entre 2009 e 2014.

Ano	População Total (IBGE)	População que Encaminha os RSU para aterro o sanitário	Disposição Final Média Diária (t)	Geração per capita (kg/hab.dia ⁻¹)
2009	13.177	12.123	5,08	0,42
2010	13.309	12.244	5,60	0,46
2011	13.430 ¹	12.356	5,75	0,47
2012	13.581 ¹	12.495	5,50	0,44
2013	14.098 ¹	12.970	5,83	0,45
2014	14.285 ¹	13.142	6,71	0,51

Fonte: IBGE, 2014 e Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014, adaptado pelo Autor, 2015.

¹Valores estimados da população conforme IBGE.

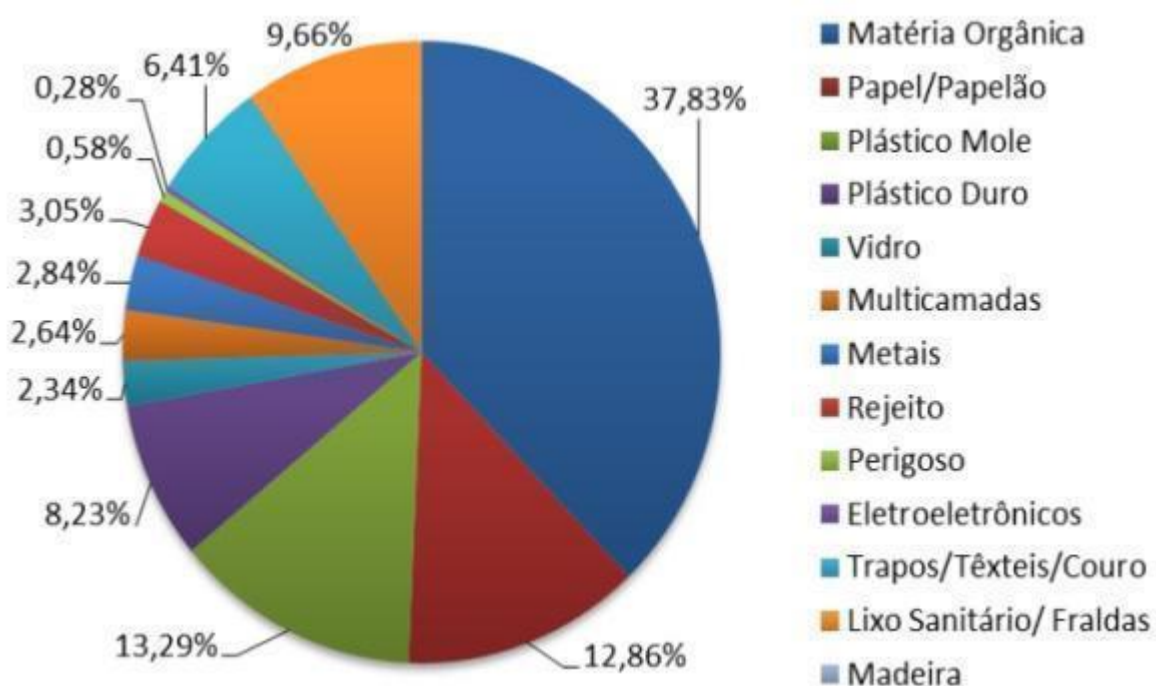
A Tabela 3 e a Figura 11 apresentam em percentagem os resultados obtidos com a Composição Gravimétrica dos RSU de Nova Veneza realizado pelo IPAT/UNESC (2013), a constatar que a matéria orgânica é o resíduo mais gerado no município com 37,83% da quantidade total, o que potencializa a importância da (re) implantação da compostagem no município para valoração desse resíduo orgânico, visando também a minimização de custos com a disposição de RSU. As amostras coletadas para o estudo da composição gravimétrica ocorreram nos dias 12 e 13 de junho de 2013 (IPAT/UNESC, 2013).

Tabela 3 – Composição Média dos RSU gerados em Nova Veneza.

Tipo do material	Amostra Área Urbana (%)	Amostra Área Rural (%)	Média ponderada (%)
Matéria Orgânica	40,69	31,99	37,83
Papel/Papelão	13,59	11,39	12,86
Plástico Mole	13,26	13,35	13,29
Plástico Duro	7,56	9,61	8,23
Vidro	2,20	2,65	2,34
Multicamadas	2,91	2,09	2,64
Metais	2,68	3,15	2,84
Rejeito	2,77	3,60	3,05
Perigoso	0,00	1,75	0,58
Eletroeletrônicos	0,42	0,00	0,28
Trapos/Têxteis/Couro	6,95	5,30	6,41
Lixo Sanitário/ Fraldas	6,98	15,12	9,66
Madeira	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100	100	100

Fonte: IPAT/UNESC, 2013.

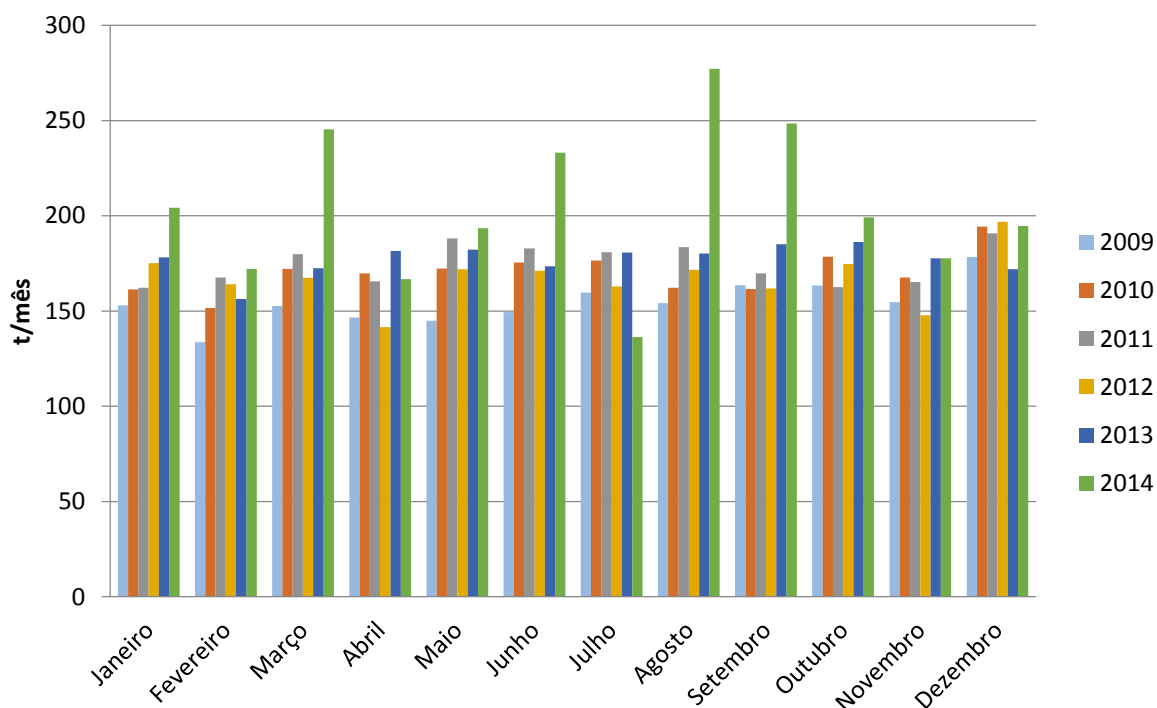
Figura 11 – Média Ponderada da Composição Gravimétrica de Nova Veneza em 2013.



Fonte: IPAT/UNESC, 2013, adaptado por DAL MOLIN, 2014.

Na Figura 12 está representada comparativamente a quantidade média de RSU que foi depositada no aterro sanitário em cada mês desde o ano de 2009 ao ano de 2014, em que se destaca o ano de 2014 (linha verde) em que nos meses de Janeiro, Março, Junho e Outubro ultrapassaram as 200 toneladas de resíduo depositado no aterro sanitário, e o mês de Agosto que ultrapassou as 250 toneladas de resíduo depositado no aterro sanitário, mais precisamente 277,22 toneladas, devido à limpeza que houve num Centro de Triagem Particular existente (que executa coleta seletiva extra oficial) no citado mês.

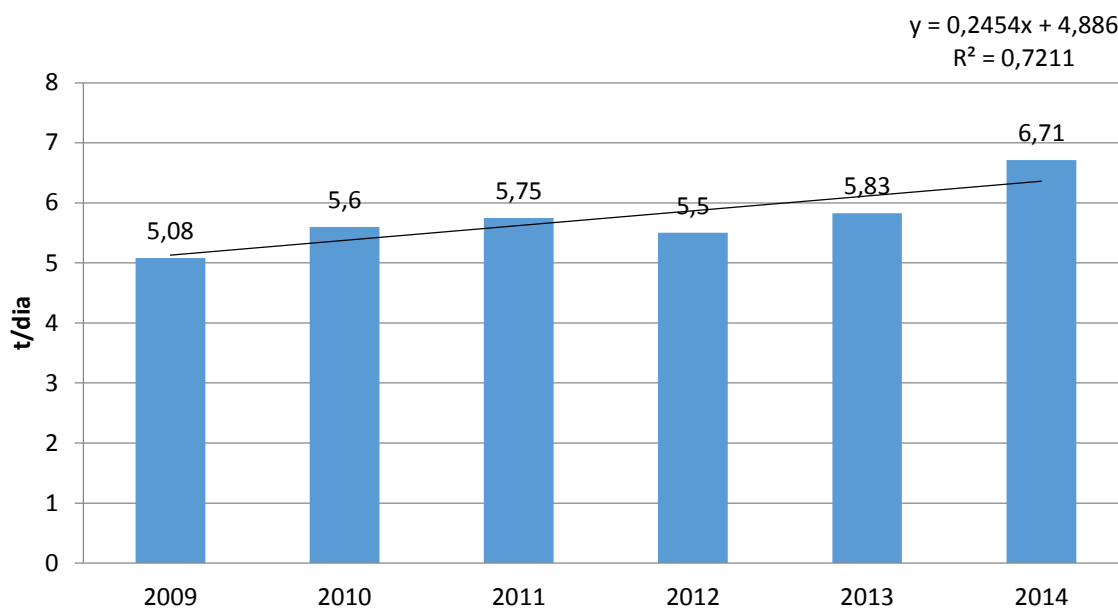
Figura 12 – Quantidade Mensal Média de RSU (t/mês) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014, adaptado pelo Autor, 2015.

Na Figura 13 está representada a quantidade média diária de RSU depositada no aterro sanitário entre 2009 e 2014, em que destaca uma pequena redução no ano de 2012 em relação aos anos de 2010 e 2011, contudo, nos anos de 2013 e 2014 se verifica o crescimento contínuo da disposição diária de RSU, sendo maior que em todos os anos anteriores.

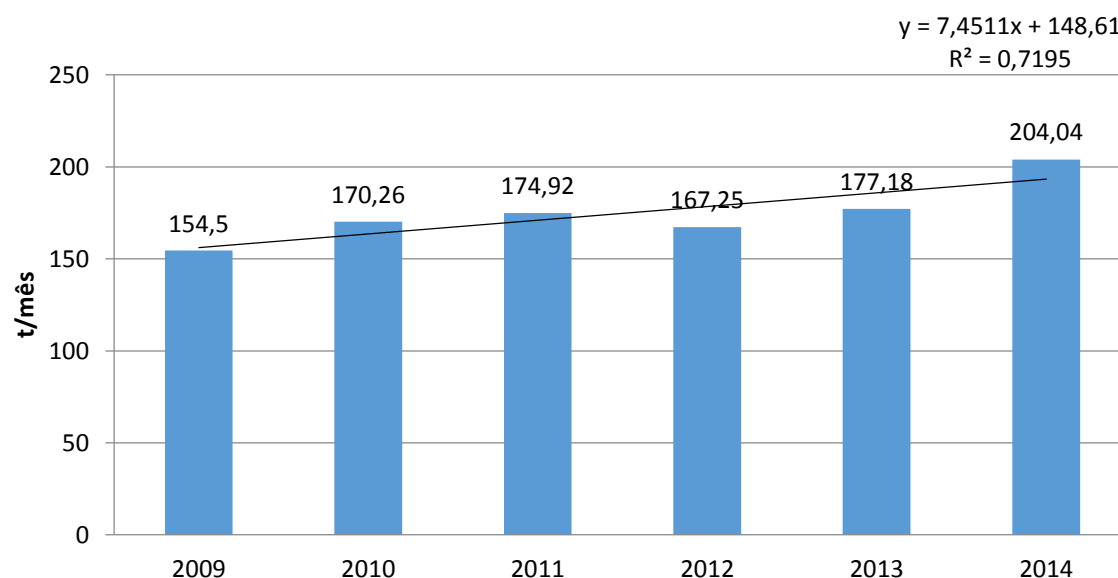
Figura 13 – Média Diária de RSU (t/dia) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014, adaptado pelo Autor, 2015.

A Figura 14 representa em toneladas a quantidade média mensal de RSU depositada que foi depositada em cada ano, em que se verifica uma mínima redução no ano de 2012 relativamente aos anos de 2010 e 2011, e novamente o crescimento contínuo dessa disposição de RSU nos anos de 2013 e 2014.

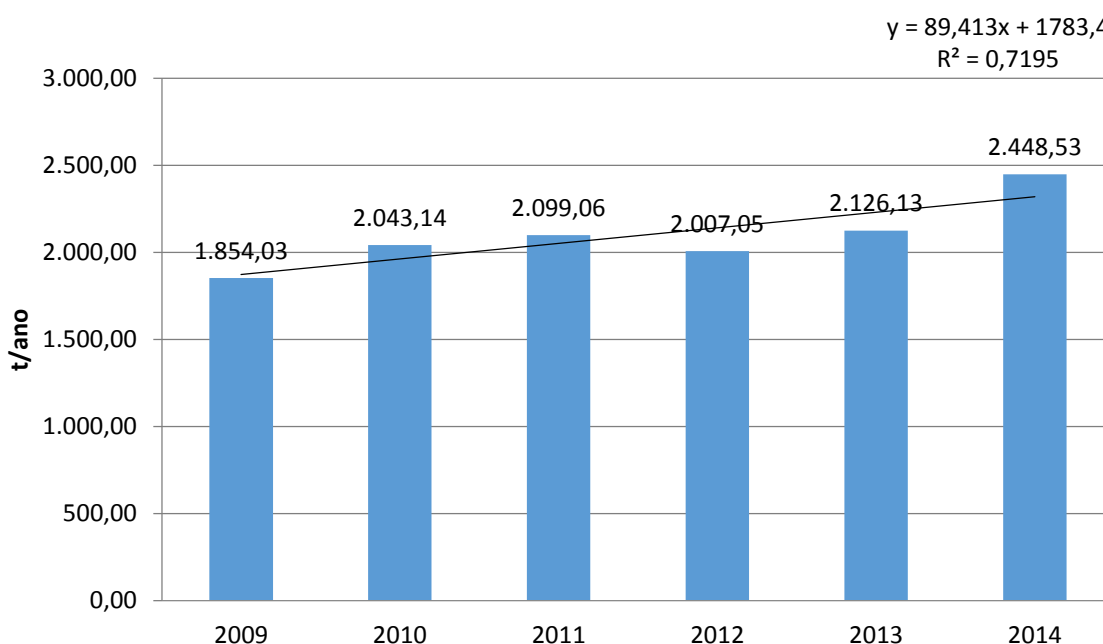
Figura 14 – Média Mensal de RSU (t/mês) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014, adaptado pelo Autor, 2015.

Na Figura 15 está representada a disposição anual de RSU de 2009 a 2014 no aterro sanitário, em que mais uma vez se constata uma mínima redução no ano de 2012 em relação aos anos de 2010 e 2011, e novamente o crescimento da disposição de RSU nos anos de 2013 e 2014.

Figura 15 – Total Anual de RSU (t/ano) depositados no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



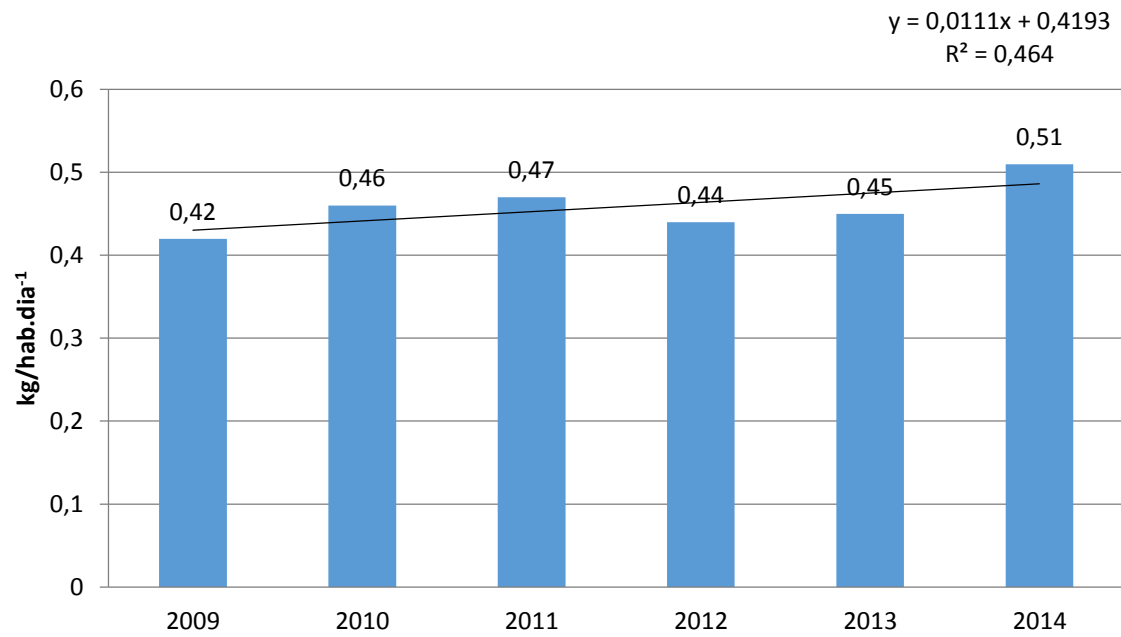
Fonte: Santec Resíduos/RAC Saneamento, 2014, adaptado pelo Autor, 2015.

A Figura 16 representa a quantidade estimada de RSU gerado por cada habitante do MNV com atendimento a coleta pública do ano de 2009 a 2014, em que no ano de 2012 e 2013 a geração per capita foi de 0,44 kg/hab.dia⁻¹ e 0,45 kg/hab.dia⁻¹, sendo menor que nos anos de 2010 e 2011, contudo, no ano de 2014 se destaca a maior valor per capita de 0,51 kg/hab.dia⁻¹, sendo que o menor valor entre os dados foi no ano de 2009.

Para o cálculo da geração per capita foi considerada a seguinte fórmula:

$$\text{Geração per capita} = \left(\frac{\text{Quantidade de RSU gerado no MNV (kg/ano)}}{\text{População com de Coleta de RSU (nº hab/ano)}} \right) \div 365 \text{ dias}$$

Figura 16 – Geração Per Capita de RSU (kg/hab.dia⁻¹) entre 2009 e 2014.



Fonte: Do Autor, 2015.

4.2 CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DO RESÍDUO ORGÂNICO DE NOVA VENEZA

Com base nos dados obtidos com a Santec Resíduos/RAC Saneamento sobre a disposição de RSU do MNV entre 2009 e 2014, e na Composição Gravimétrica do PGIRS de Nova Veneza, realizado pelo IPAT/UNESC, em que o resíduo orgânico foi estimado em 37,83% do total de resíduo gerado no município, foi possível estimar a quantidade de RO gerado no município anualmente, tal como mostra a Tabela 4.

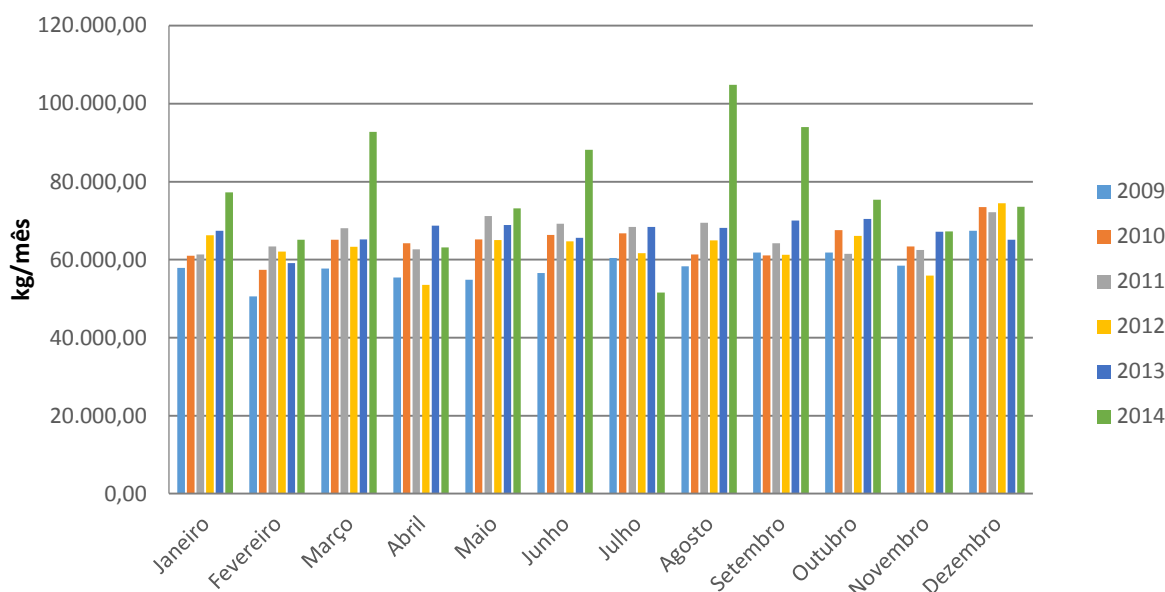
Tabela 4 – Quantidade de Resíduo Orgânico (kg) gerado entre 2009 e 2014.

Meses	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Janeiro	57.876,12	61.038,71	61.341,35	66.236,55	67.409,28	77.237,51
Fevereiro	50.586,28	57.376,76	63.422,00	62.044,98	59.116,94	65.135,69
Março	57.747,50	65.131,91	68.041,04	63.350,12	65.234,05	92.804,56
Abril	55.470,13	64.212,64	62.631,35	53.571,06	68.703,06	63.111,79
Maiο	54.849,72	65.165,96	71.150,66	65.033,55	68.930,04	73.174,57
Junho	56.544,50	66.376,52	69.217,55	64.746,05	65.608,57	88.211,99
Julho	60.410,73	66.754,82	68.404,21	61.647,77	68.358,81	51.569,86
Agosto	58.292,25	61.352,69	69.455,88	64.912,50	68.165,88	104.872,33
Setembro	61.863,40	61.087,88	64.246,69	61.258,12	70.019,55	93.984,85
Outubro	61.802,87	67.549,25	61.496,45	66.092,79	70.488,64	75.353,58
Novembro	58.488,96	63.376,60	62.483,81	55.920,31	67.193,65	67.216,34
Dezembro	67.447,11	73.496,12	72.183,42	74.453,22	65.086,52	73.605,83
Total (kg)	701.379,55	772.919,86	794.074,40	759.267,02	804.314,98	926.278,90

Fonte: Do Autor, 2015.

Na Figura 17 está representada comparativamente a quantidade média de RO que foi depositada no aterro sanitário em cada mês desde o ano de 2009 ao no de 2014, em que se destaca o ano de 2014 (linha verde) que nos meses de Março, Junho e Outubro ultrapassaram os 80.000 kg de resíduo orgânico depositado no aterro sanitário, e o mês de Agosto ultrapassou os 100.000 kg de resíduo orgânico depositado no aterro sanitário, mais precisamente 104.872,33 kg.

Figura 17 – Média Mensal de Resíduo Orgânico (kg/mês) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Do Autor, 2015.

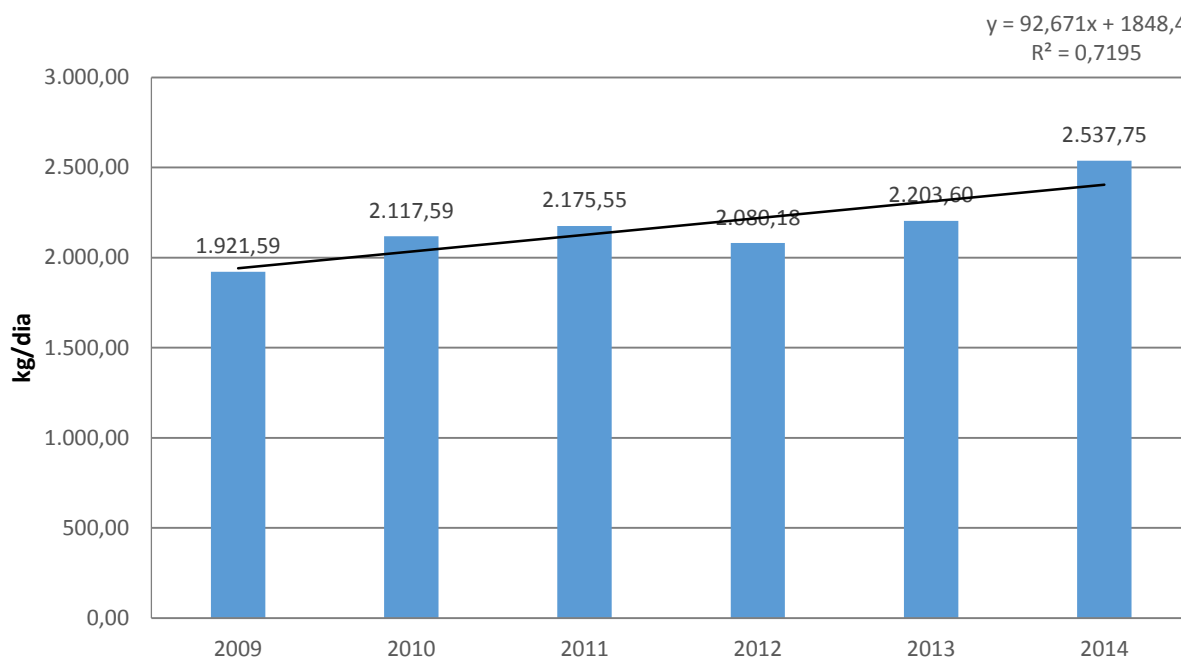
A Tabela 5 apresenta a estimativa anual de RO que foi depositado no aterro sanitário desde 2009 a 2014; e também para o mesmo período, a média que foi depositada por mês e por dia a cada ano. Verifica-se que no ano de 2012 houve uma redução relativamente a 2010 e 2011, contudo, nos anos de 2013 e 2014 voltou a haver o crescimento contínuo de RO, tal como está representado nas Figuras 18, 19 e 20.

Tabela 5 – Quantidade Anual, e Médias Diária e Mensal de Resíduo Orgânico depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.

Ano	Média Diária (kg)	Média Mensal (kg)	Anual (kg)
2009	1.921,59	58.448,30	701.379,55
2010	2.117,59	64.409,99	772.919,86
2011	2.175,55	66.172,87	794.074,40
2012	2.080,18	63.272,25	759.267,02
2013	2.203,60	67.026,25	804.314,98
2014	2.537,75	77.189,91	926.278,90

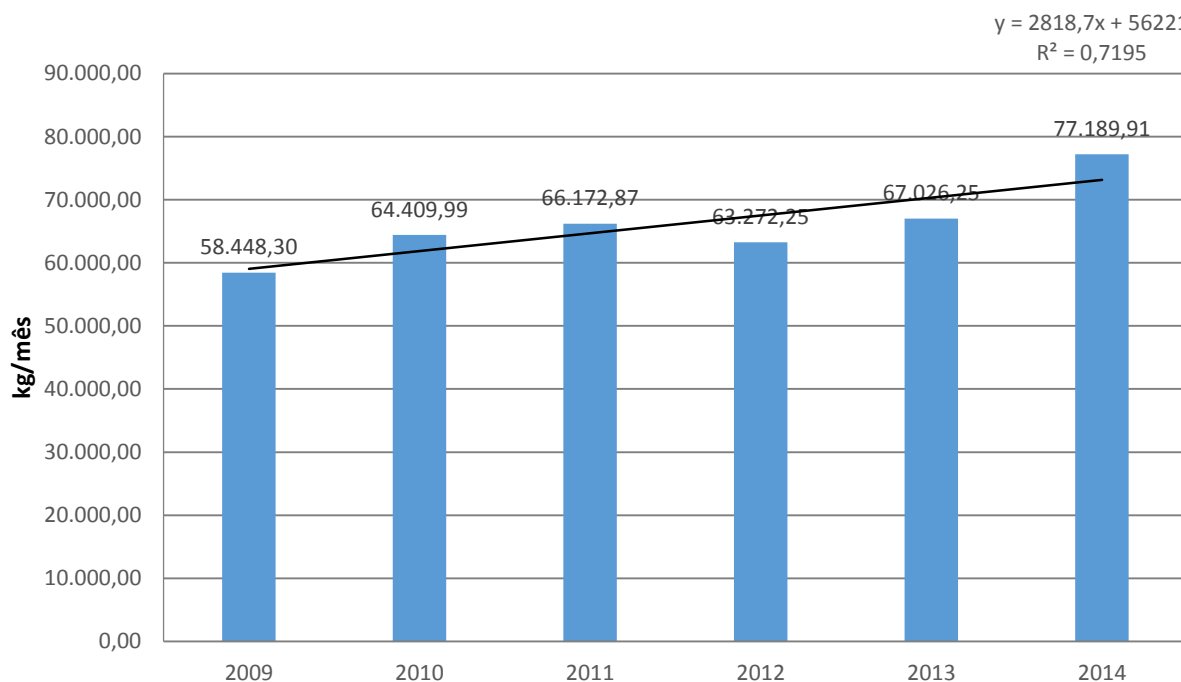
Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 18 – Média Diária de Resíduo Orgânico (kg/dia) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



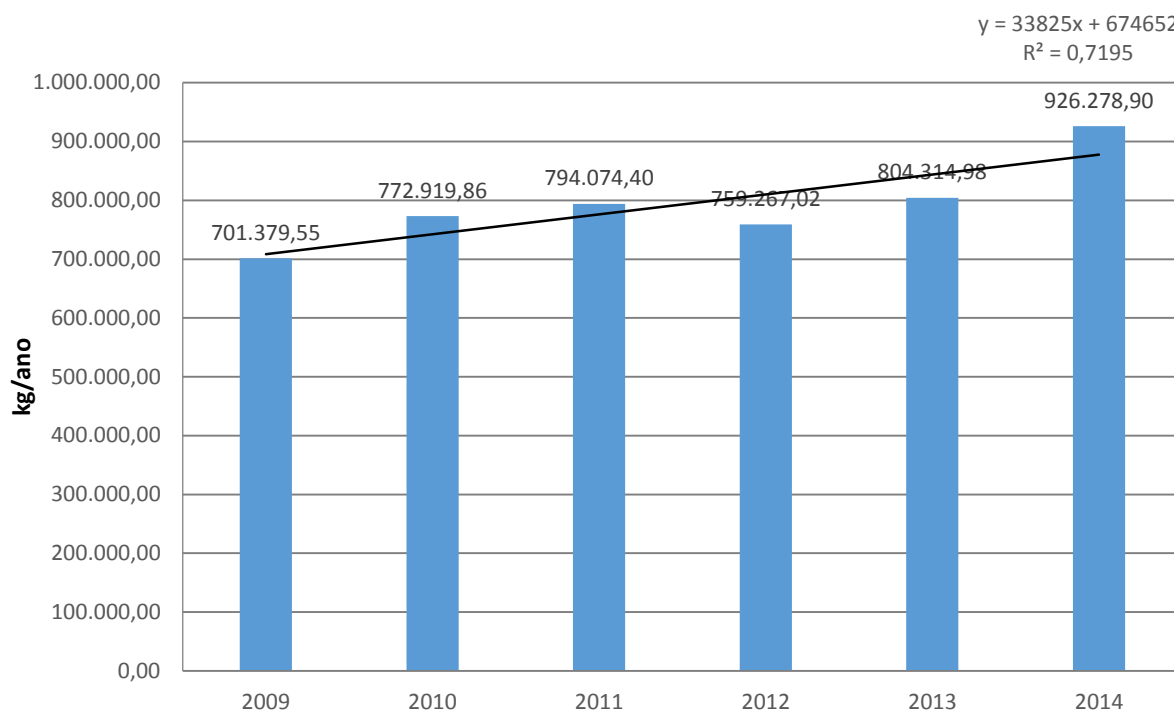
Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 19 – Média Mensal de Resíduo Orgânico (kg/mês) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 20 – Total Anual de Resíduo Orgânico (kg/ano) depositado no aterro sanitário entre 2009 e 2014.



Fonte: Do Autor, 2015.

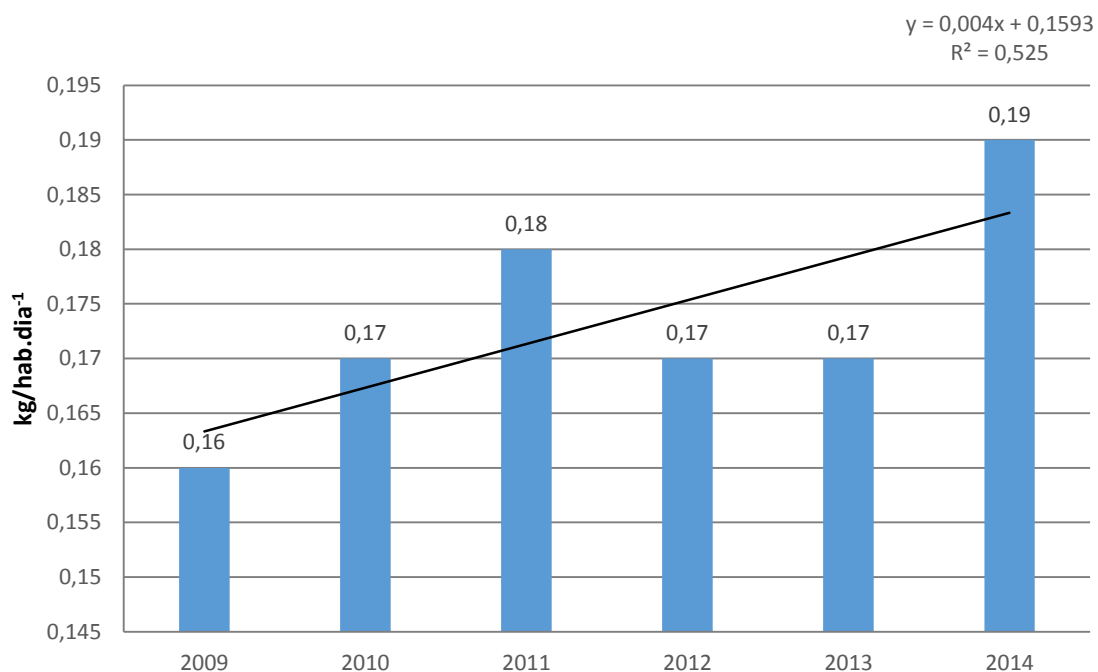
A Tabela 6 apresenta a quantidade da população que tem atendimento da coleta de RSU pela coleta pública municipal, em que se desconsiderou 8% da população total anual estimada pelo IBGE, descontando uma parte da população da área rural que não tem acesso à coleta de RSU considerando que dentro do total de RSU, se encontra 37,83% de RO; a quantidade média de RO que é gerada por dia pela população que tem atendimento da coleta; e a geração de RO por cada habitante do município entre os anos de 2009 a 2014, em que se verifica a proximidade de valores per capita de 2009 a 2014, sendo que em 2014 a geração per capita foi maior, tal como fica representado na Figura 21.

Tabela 6 – Quantidade de Resíduo Orgânico Per Capita entre 2009 e 2014.

Ano	População (IBGE)	População que Encaminha o RO para o aterro sanitário	Disposição Final de Resíduo Orgânico em kg (Santec Resíduos/RAC Saneamento)	Geração per capita (kg/ hab.dia ⁻¹)	Geração per capita (g/ hab.dia ⁻¹)
2009	13.177	12.123	701.379,55	0,16	160
2010	13.309	12.244	772.919,86	0,17	170
2011	13.430 ¹	12.356	794.074,40	0,18	180
2012	13.581 ¹	12.495	759.267,02	0,17	170
2013	14.098 ¹	12.970	804.314,98	0,17	170
2014	14.285 ¹	13.142	926.278,90	0,19	190

Fonte: Do Autor, 2015.

¹Valores estimados da população conforme IBGE.

Figura 21 – Geração Per Capita de Resíduo Orgânico (kg/hab.dia⁻¹) entre 2009 e 2014.

Fonte: Do Autor, 2015.

4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE NOVA VENEZA

Este trabalho desenvolveu atividades de Educação Ambiental nas escolas municipais de Nova Veneza, para transmitir maior conhecimento aos alunos, professores e demais funcionários das escolas sobre Compostagem. O propósito de estimular e disseminar tal prática, principalmente por parte dos alunos, para o aproveitamento do resíduo orgânico gerado no município, buscando-se reduzir assim a quantidade de RSU (em que se inclui o RO) a ser depositado no aterro sanitário, o que gera um bem ambiental e também econômico.

O município de Nova Veneza possui oito escolas municipais, contabilizando um total de 1.249 alunos, pertencentes ao Jardim I, Jardim II, Pré, Fundamental I e Fundamental II.

Primeiramente, realizou-se visita a cada escola municipal para conhecer a realidade das mesmas, conversar com a Direção, recolher dados, tal como mostra o Quadro 1, que possibilitassem preparar da melhor forma o trabalho a ser desenvolvido.

Após visita inicial às escolas, foram desenvolvidas duas apresentações em PowerPoint^{MR}, uma voltada para os alunos do Fundamental I e outra para os alunos do Fundamental II, de forma a transmitir o devido conhecimento sobre Compostagem de acordo com cada nível de interpretação dos alunos; os alunos do Jardim I, Jardim II e Pré não eram o foco do trabalho. Contudo foram feitas palestras para este público com o material desenvolvido para o Fundamental I e foram passados alguns vídeos de desenhos animados sobre disposição de resíduos, já que parte do sucesso da prática de compostagem passa pela devida separação do resíduo orgânico, dos demais tipos de resíduos, para ser colocado na composteira.

As palestras tinham duas partes: uma inicial voltada à Coleta Seletiva, para assim se destinar os resíduos corretamente para cada lixeira; e a segunda parte com o foco na Compostagem.

Na semana em que começaram as palestras nas escolas, houve apresentação do projeto “Nova Veneza Reciclando +” para os Clubes de Mães, sobre os RSU de Nova Veneza. O Clube de Mães do São Bento Baixo chamou atenção para uma campanha de arrecadação de lacres de latas de alumínio, em que

se deve encher 80 garrafas PET de 2L para se concorrer à uma cadeira de rodas e que a sua comunidade já tinha conseguido encher 20 garrafas, solicitando que as outras comunidades também o fizessem, sendo decidido que todas as comunidades de Nova Veneza iriam aglomerar as garrafas com lacres das latas de alumínio e fazer o encaminhamento para a AFAVE – Associação Feminina de Assistência Veneziana, para que a quantidade necessária fosse reunida mais rapidamente, e que ao se conseguir uma cadeira de rodas será doada à alguém do Município (Figura 22). Não apenas uma ação que reduz a quantidade de resíduo a ser destinada para o aterro, pois o mesmo seria reciclado ou reutilizado, mas também uma ação social de esforço comum em prol do bem de outrem, trabalhando o comprometimento social da população, podendo assim suprir a necessidade de alguém que precise. Isso fez com que nas palestras sobre Coleta Seletiva e Compostagem fosse passada essa informação durante a explicação da lixeira amarela, de disposição de metal, já que os lacres são de latas de alumínio (metal), o que fez com que algumas escolas começassem a juntá-los logo após as palestras.

Figura 22 – EM Vitor Savi: Garrafa PET utilizada para armazenar os lacres das latas de alumínio.



Fonte: Do Autor, 2015.

Após a visita técnica, se realizou agendamento com as escolas municipais para realização das palestras, com exceção da EBM Bairro Bortolotto em que as palestras foram realizadas no Teatro Municipal de Nova Veneza (Figura 23), pelo fato da escola ter muitos alunos e no teatro poder realizar-se as palestras de forma mais cômoda.

Figura 23 – Palestras aos alunos da EBM Bairro Bortolotto: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Fundamental II Matutino; C) Alunos do Fundamental I Vespertino; D) Fundamental II Vespertino.



Fonte: Do Autor, 2015.

De modo geral, notou-se que os alunos já tinham conhecimento sobre Coleta Seletiva, mais propriamente sobre disposição de resíduo de acordo com as suas características e a cor de cada lixeira. A parte de Coleta Seletiva já tinha sido realizada nas escolas municipais no ano 2014, com o início do projeto “Nova Veneza Reciclando +”, sendo assim repassada e reforçada, pois o projeto citado também visa futuramente a implantação de lixeiras coloridas no município, mas por agora, numa primeira fase, já estão implantados os PEVs – Pontos de Entrega Voluntária de materiais recicláveis, que ficam em instituições do município (ex: Escolas Municipais, Clubes de Mães, etc), em que a população de cada comunidade dispõe o seu material reciclável, permitindo que posteriormente o mesmo seja vendido; e sobre Compostagem, muitos alunos também já tinham algum conhecimento, e a maioria disse ter horta em casa e já fazer a disposição dos resíduos orgânicos diretamente nas hortas ajudando os pais, e outros disseram ter composteira. As palestras foram interativas (Figuras 24 a 30), e as perguntas eram realizadas e

respondidas durante as palestras, em que os alunos levantavam o braço para sinalizar que tinham pergunta.

Figura 24 – Palestras da EM Terezinha Pasetto Spillere: A) Alunos do Jardim I e do Pré Matutino; B) Alunos do Fundamental I Matutino; C) Alunos do Fundamental I Vespertino.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 25 – Palestras da EM Caravaggio: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos Fundamental II Matutino; C) Alunos do Fundamental II Vespertino; D) Alunos do Fundamental I Vespertino.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 26 – Palestras da EM Vitor Savi: A) Alunos do Pré e do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Jardim I, Jardim II e do Fundamental I Vespertino.



Fonte: ESCOLA, 2015.

Figura 27 – Palesra da EM Vila Maria: Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Matutino e Vespertino.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 28 – Palestra da EBM Libero Ugioni: Alunos do Fundamental I Matutino.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 29 – Palestras da EBM Libero Ugioni: A) Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Vespertino; B) Alunos do Fundamental II Vespertino.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 30 – Palestras da EM Ítalo Amboni: A) Alunos do Fundamental I Matutino; B) Alunos do Jardim I, Jardim II, Pré e Fundamental I Vespertino.



Fonte: PMNV, 2015.

Algumas escolas que tinham composteira realizavam a compostagem, destacando-se a EBM Libero Ugioni que realizava a compostagem em tonel. Todas as demais escolas que possuem composteiras eram de alvenaria. A EM Augusto Mondardo também tinha tonel para compostagem, porém estava desativado (Figura 48). Na maioria das escolas o material que se encontrava nas composteiras era material palhoso, que era apenas colocado nas composteiras, sem se realizar grande atividade no processo, esperando-se apenas que se decompusesse. Já nas escolas EBM Libero Ugioni (Figura 31) e EM Augusto Mondardo (Figura 52), havia além do material palhoso, restos de verduras, legumes e frutas, o que demonstra maior atenção à compostagem por parte dessas escolas.

Figura 31 – EBM Libero Ugioni: A) Composteira de Tonel da escola; B) Massa de compostagem na composteira da escola; C) Horta da escola; D) Área escolhida para se construir a composteira de alvenaria.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apenas em duas escolas não haviam lixeiras de coleta seletiva: EBM Bairro Bortolotto e a EM Caravaggio. A EM Vitor Savi tinha lixeiras de coleta seletiva, porém não eram usadas diariamente, apenas em atividades relacionadas à resíduo

para mostrar aos alunos. Contudo, tinha uma lixeira vermelha, para depositar plástico, que era usada diariamente na escola (Figuras 32 a 36).

Figura 32 – EM Vitor Savi: Lixeira vermelha utilizada diariamente na escola para depositar plástico.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 33 – EM Terezinha Pasetto Spillere: Lixeiras de coleta seletiva da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 34 – EM Vila Maria: Lixeiras de coleta seletiva da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 35 – EBM Libero Ugioni: Lixeiras de coleta seletiva da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 36 – EM Ítalo Amboni: Lixeiras de coleta seletiva da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Com exceção da EM Caravaggio, todas as outras eram um ponto de entrega de material reciclável, que posteriormente era acumulado e vendido, gerando recurso para as escolas e minimizando a quantidade de resíduo depositado no aterro sanitário. A EM Caravaggio anteriormente também era um ponto de entrega de material reciclável, contudo, houve problemas com a comunidade por causa da colocação indevida de alguns materiais cortantes nas sacolas que recebiam de material reciclável, o que ocasionou o fim de tal atividade por parte da escola, pois quando seus funcionários iam trabalhar com os materiais se cortavam. Caso único também, é que esta escola tinha a horta num terreno vizinho, não de

propriedade da escola, onde ficou decidido que seria colocada a composteira (Figura 37).

Figura 37 – EM Caravaggio: Horta utilizada pela escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apenas duas escolas não tinham composteira: EM Terezinha Pasetto Spillere (Figura 39) e a EM Caravaggio, ambas do Bairro Caravaggio, onde se gera uma das maiores quantidades de resíduo no município. A EBM Bairro Bortolotto tinha composteira (Figura 38), mas estava desativada juntamente com a horta, devido à construção do ginásio da escola que é próximo da área, o que dificulta o acesso ao local.

Figura 38 – EBM Bairro Bortolotto: Composteiras e hortas.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 39 – EM Terezinha Pasetto Spiller: Horta da escola; Área escolhida para a construção da composteira.



Fonte: Do Autor, 2015.

Por uma questão de fácil manuseio do adubo orgânico a ser produzido nas escolas, decidiu-se que as composteiras seriam próximas das hortas, o que já acontecia nas escolas que tinham composteira (Figuras 40, 41 e 42).

Figura 40 – EM Vitor Savi: Composteiras da escola; Horta da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 41 – EM Vila Maria: A) Composteira da escola; B) Massa de compostagem na composteira da escola; C) Estufa da escola; D) Horta dentro da estufa da escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 42 – EM Ítalo Amboni: A) Composteira da escola, B) Massa de Compostagem na composteira da escola; C) Horta da Escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

Em duas semanas foram realizadas as palestras em todas as escolas municipais, passando o foco em seguida para a construção das composteiras nas escolas que não tinham e o melhoramento daquelas que já tinham.

Inicialmente, foram levados em conta dois modelos de composteiras, o de alvenaria e o de paletes de madeira para serem implantados nas escolas, contudo, após as visitas e palestras realizadas, conclui-se que não havia a necessidade de colocar dois modelos de composteira, o que também iria gerar maior custo e demora, até porque a quantidade de resíduo orgânico gerado nas escolas não é tão grande, sendo desnecessários duas formas de compostagem. Decidiu-se, então, apenas fazer o modelo de alvenaria por ter maior durabilidade, com 3 repartições de compostagem, permitindo que possa haver a disposição do resíduo orgânico em cada uma das repartições de acordo a cada período de decomposição.

Foram dimensionadas cada uma das composteiras para cada escola municipal e realizado o pedido do material (tijolos, areia e cimento) à Secretaria Municipal de Educação que é o setor responsável pela realização de obras nas escolas municipais. Esse material se obteve uma semana após ao pedido.

A Secretaria Municipal da Educação disponibilizou os pedreiros da Prefeitura para se realizar a construção das composteiras, porém eles também têm outras atividades a realizar no município, o que atrasa o processo de implantação das composteiras, sendo que na semana em foi agendado para se construir as composteiras choveu, impossibilitando o cumprimento de tal etapa.

Ainda continua no aguardar da construção das composteiras, para que, em seguida sejam realizadas as oficinas práticas nas escolas com os alunos, professores e demais funcionários. Posteriormente, será mantido contato com a Secretaria Municipal de Obras para a solicitação de madeira de eucalipto para se fazer as tampas das composteiras. Esse material também já foi dimensionado de acordo à todas composteiras, porém enquanto não estiverem prontas, não será solicitado.

Em meio a tudo isso, Nova Veneza realizou a Semana do Meio Ambiente, no início de Junho de 2015, visto que o Dia Internacional do Meio Ambiente é dia 5 de Junho.

A Semana do Meio Ambiente foi programada para ser de Segunda-feira, dia 1 de Junho à dia Quarta-feira, dia 3 de Junho (Programação em Anexo I), foram realizadas várias atividades, com os seguintes destaques: no dia 1 de Junho apresentação e implantação do Conselho Municipal do Meio Ambiente; no dia 2 de Junho exposição de artesanato feito com produtos recicláveis (Figura 43), mais uma forma de se valorizar os materiais recicláveis e minimizar a quantidade de resíduo a ser depositado no aterro sanitário; e no dia a 3 de Junho a Palestra Nova Veneza Reciclando + (A Cidade que temos para a cidade que queremos) – Coleta Seletiva e Compostagem.

Figura 43 – Semana do Meio Ambiente, Artesanato: A) Pode ser usado como mesa ou puff, feito com dois pneus; B) Alunos da EM Ítalo Amboni se divertindo com brinquedo feito com material reciclável, entre eles a mesa/puff e outras peças de artesanato; C) Brinquedos feitos com materiais recicláveis.



Fonte: Do Autor, 2015.

Durante todo o desenvolvimento, ocorreram reuniões envolvendo o Gabinete do Prefeito, a Secretaria Municipal de Educação, a Secretaria de Obras e Assessoria de Imprensa da Prefeitura, para debater como seria desenvolvido o

trabalho de (re) implantação de compostagem no município, o que seria necessário e o que era esperado como resultado deste trabalho. Foram divulgados em diferentes meios de comunicação (jornal, rádio, telejornal, *websites*) notícias sobre o trabalho a ser realizado com a compostagem nas escolas (Figuras 44 e 45).

Figura 44 – Entrevista ao *website* Nova Veneza Online sobre a (re) implantação da compostagem no Município de Nova Veneza.



Fonte: PMNV, 2015.

Figura 45 – Oferta da EBM Libero Ugioni no dia da palestra, como agradecimento pela atividade na Escola. Pote de vidro reutilizado decorado, com biscoitos. "O Meio Ambiente Fica Alegre com a Sua Atitude! Agradecemos a sua colaboração".



Fonte: Do Autor, 2015.

Quadro 1 – Dados das Escolas Municipais de Nova Veneza.

Escolas	Os Alunos Tinham Conhecimento sobre reciclagem e compostagem?	Tem Composteira? / Faz Compostagem ?	Tem Horta?	Tem Lixeiras de Coleta Seletiva?	É um ponto de Entrega de Materiais Recicláveis da Comunidade?	Nº de Alunos	Data das Visitas	Data das Palestras	Obs.
EM Augusto Mondardo	Sim	Sim / Sim	Sim	Sim	Sim	100	15.04.2015 08.05.2015 25.06.2015	17.04.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EBM Bairro Bortolotto	Sim	Sim / Não, composteira desativada	Sim, porém, desativada	Não	Sim	350	22.04.2015	12.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EM Terezinha Pasetto Spillere	Sim	Não / Não	Sim	Sim	Sim	226	22.04.2015	13.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EM Caravaggio	Sim	Não / Não	Sim, porém, a horta fica num terreno vizinho	Não	Sim	250	22.04.2015	14.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EM Vitor Savi	Sim	Sim / Sim	Sim	Sim, porém, se usa diariamente apenas a lixeira vermelha, do plástico. As demais são apenas para atividades na escola.	Sim	140	23.04.2015	18.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira

Escolas	Os Alunos Tinham Conhecimento sobre reciclagem e compostagem?	Tem Composteira? / Faz Compostagem	Tem Horta?	Tem Lixeiras de Coleta Seletiva?	É um ponto de Entrega de Materiais Recicláveis da Comunidade?	Nº de Alunos	Data das Visitas	Data das Palestras	Obs.
EM Vila Maria	Sim	Sim / Sim	Sim, dentro de uma estufa	Sim	Sim	30	23.04.2015	20.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EBM Libero Ugioni	Sim	Sim, um tonel / Sim	Sim	Sim	Sim	93	24.04.2015	21.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira
EM Ítalo Amboni	Sim	Sim / Sim	Sim	Sim	Sim	60	24.04.2015	22.05.2015	Precisa-se melhorar a composteira

Fonte: Do Autor, 2015.

4.3.1 Escola Municipal Augusto Mondardo

4.3.1.1 Reportagem com a RBS TV Sobre a Prática de Compostagem no Município de Nova Veneza / SC (ANEXO D)

No dia 7 de Abril de 2015, realizou-se uma reunião em que estiveram presentes o Gabinete do Prefeito de Nova Veneza, a Secretaria da Educação, a Secretaria de Obras, o Presidente da Fundação do Meio Ambiente de Nova Veneza – FUNDAVE e a Imprensa da Prefeitura de Nova Veneza (Figura 46).

Na reunião citada acima foi apresentado o plano do projeto de (Re) Implantação de Unidades Demonstrativas de Compostagem a ser realizado nas escolas municipais de Nova Veneza e foram discutidos os objetivos pretendidos, indo de encontro ao trabalho a ser realizado pela atual gestão da prefeitura.

Figura 46 – Reunião de apresentação do plano do projeto de (Re) Implantação de Unidades Demonstrativas de Compostagem a ser realizados nas escolas municipais de Nova Veneza / SC.



Fonte: PMNV, 2015.

No dia 13 de Abril de 2015, a RBS TV entrou em contato com a Prefeitura de Nova Veneza para a realização de uma reportagem sobre a prática de compostagem no município, visando documentar os municípios que têm valorado os resíduos por meio da sua reciclagem e reaproveitamento.

No dia 15 de Abril de 2015, visitou-se a Escola Municipal Augusto Mondardo (Figuras 47 e 48), conversou-se com a Diretora da escola, a Secretária e a Merendeira para verificar as condições necessárias para a realização da reportagem com a RBS TV naquela escola, visando à palestra para os alunos do Fundamental I em sala de aula e a prática de compostagem com os alunos após a palestra.

Figura 47 – Lixeiras de Coleta Seletiva da Escola Municipal Augusto Mondardo.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 48 – Tonel de composteira e composteira de alvenaria; Horta da Escola Municipal Augusto Mondardo.



Fonte: Do Autor, 2015.

No dia 17 de Abril de 2015, a equipe de reportagem da RBS TV chegou à Prefeitura de Nova Veneza de manhã e de lá seguiu-se para São Bento Alto, à Escola Municipal Augusto Mondardo. Na escola, se realizou a palestra sobre Coleta Seletiva e Compostagem para os alunos do 3º, 4º e 5º anos. Os alunos já tinham conhecimento sobre o tema e a palestra foi bastante interativa, em que os mesmos tiveram a oportunidade de falar um pouco sobre como tal prática é realizada em suas residências, visto que muitos têm horta em casa e ajudam os pais e avós a cuidar da mesma. A palestra foi filmada pela equipe da RBS TV e também entrevistaram a Diretora da Escola, o Presidente da FUNDAVE, alguns alunos e o autor (Estagiário da Prefeitura de Nova Veneza voltado à prática de compostagem do projeto “Nova Veneza Reciclado +”) (Figuras 49, 50 e 51). A reportagem com a RBS TV sobre o projeto passou em rede regional e estadual no Dia Internacional do Meio Ambiente.

Figura 49 – A) Entrevista à Diretora da Escola; B) Palestra sobre Coleta Seletiva e Compostagem aos alunos do Fundamental I Matutino; C) Mostrando as minhocas que participam da decomposição da massa de compostagem, oficina prática com os alunos; D) Composteira após a oficina prática.



Fonte: A) Do Autor, 2015; B), C) e D) ESCOLA, 2015.

Figura 50 – Entrevista aos alunos.



Fonte: ESCOLA, 2015.

Figura 51 – Entrevista a aluno; Entrevista ao autor.



Fonte: ESCOLA, 2015.

No dia 8 de Maio de 2015, realizou-se a segunda visita à escola para verificar o estado da composteira. Notou-se que havia material orgânico descoberto na composteira, este foi coberto com serragem. O material estava descoberto devido ao fato de que a escola deposita o resíduo orgânico durante o dia, e apenas no final da tarde, após a última refeição na escola, é que cobrem com material seco, como serragem, rico em Carbono, para manter em equilíbrio a relação C/N necessária para a devida decomposição da massa de compostagem e também para evitar a atração de vetores e animais (Figuras 52 e 53).

Figura 52 – Composteira com material orgânico descoberto e adubo orgânico pronto; Composteira com material orgânico coberto com serragem e adubo orgânico pronto.



Fonte: Do Autor, 2015.

Figura 53 – Adubo orgânico pronto; Funcionária da escola cuidando da horta onde é utilizado o adubo orgânico feito na escola.



Fonte: Do Autor, 2015.

4.4 DIMENSIONAMENTO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM PARA O MUNICÍPIO DE NOVA VENEZA

Dimensionou-se a Unidade de Compostagem para o MNV, com os dados calculados de RO do ano de 2014, com base no exemplo do Anexo A de Pereira Neto (2007).

Em que:

RO = resíduo orgânico;

MP = material palhoso (gramas, capins, podas de árvores, etc.);

D = densidade;

As = área de seção;

LC = leira de compostagem;

V = volume da leira de compostagem;

L = comprimento da leira de compostagem;

Ab = área da base da leira de compostagem;

Af = área de folga da leira de compostagem;

Au = área útil do pátio de compostagem;

Aad = área adicional do pátio de compostagem;

At = área total do pátio de compostagem.

Total de RSU depositado no aterro sanitário: $2.448.530 \text{ kg/ano}$

Porcentagem de RO presente nos RSU: 37,83%

Quantidade de RO gerada:

$$\begin{array}{rcl} 2.448.530 \text{ RSU kg/ano} & \text{———} & 100\% \\ \text{RO kg/ano} & \text{———} & 37,83\% \end{array}$$

$$RO = \frac{2.448.530 \text{ kg/ano} \times 37,83\%}{100\%}$$

$$RO = 926.278,90 \text{ kg/ano}$$

$$RO = 77.189,91 \text{ kg/mês}$$

$$RO = 2.537,75 \text{ kg/dia}$$

Valor adotado para a quantidade de RO gerado por dia: $RO = 3.000 \text{ kg/dia}$

$$RO = 3.000 \text{ kg}$$

$$MP = 900 \text{ kg}$$

$$D = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Altura da LC} = 1,70 \text{ m}$$

$$\text{Largura da LC} = 1,80 \text{ m}$$

- Cálculo do comprimento da LC (L)

Área da LC:

$$As = \frac{\text{Altura da LC} \times \text{Largura da LC}}{2}$$

$$As = \frac{1,8 \text{ m} \times 1,7 \text{ m}}{2}$$

$$As = 1,53 \text{ m}^2$$

Volume da LC:

$$V = \frac{RO + MP}{D}$$

$$V = \frac{3.000 \text{ kg} + 900 \text{ kg}}{570 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 6,84 \text{ m}^3$$

Comprimento da LC:

$$L = \frac{V}{As}$$

$$L = \frac{6,84 \text{ m}^3}{1,53 \text{ m}^2}$$

$$L = 4,47 \text{ m}$$

Comprimento adotado para a LC: $L = 5 \text{ m}$.

Dimensões da LC: $(1,7 \times 1,8 \times 5) \text{ m}^3$

- Cálculo da Área do Pátio de Compostagem

$$Ab = 1,8 \text{ m} \times 5 \text{ m}$$

$$Ab = 9 \text{ m}^2$$

Área de folga para o reviramento da LC: $Af = 9 \text{ m}^2$

Admite-se que cada LC ocupará:

$$Ab + Af = 9 \text{ m}^2 + 9 \text{ m}^2 = 18 \text{ m}^2$$

Considerou-se que a massa de compostagem demore 100 dias (fase ativa e fase de maturação) para se transformar em fertilizante orgânico, e que se monte uma leira por dia, a área útil (Au) do pátio de compostagem será:

$$Au = 18 \text{ m}^2 \times 100 = 1.800 \text{ m}^2$$

Adotou-se um coeficiente de segurança de 10% (devido à área de circulação e de estacionamento), assim se obteve uma área adicional (Aad) de 180 m^2 .

$$Au \times 10\% \text{ coef. de segurança} = Aad$$

$$1.800 \text{ m}^2 \times 10\% = 180 \text{ m}^2$$

Área total do pátio de compostagem:

$$At = 1.800 \text{ m}^2 + 180 \text{ m}^2 = 1.980 \text{ m}^2$$

Área total adotada para o pátio de compostagem: $At = 2.000 \text{ m}^2$.

- Cálculo da área total da unidade de compostagem

De acordo com Pereira Neto (2007), considerou-se que uma unidade de compostagem desse porte devesse contar com um galpão de 50 m^2 para se realizar a triagem dos resíduos orgânicos, além de uma sede administrativa de 70 m^2 (escritório, banheiro, sala de reunião e almoxarifado para guardar os equipamentos e ferramentas), e de uma baia de 70 m^2 para estocagem do fertilizante maturado.

Assim sendo, a área da unidade de compostagem (Ac) foi calculada:

$$Ac = 2.000 \text{ m}^2 + 50 \text{ m}^2 + 70 \text{ m}^2 + 70 \text{ m}^2$$

$$Ac = 2.190 \text{ m}^2$$

Área da unidade de compostagem adotada: $Ac = 2.200 \text{ m}^2$; $Ac = 0,22 \text{ ha}$.

“No dimensionamento de unidades de pequeno porte não há necessidade de considerar a perda de volume do material ocorrida durante o período de compostagem” (PEREIRA NETO, 2007, p. 63).

4.4.1 Equipamentos e Ferramentas Básicas para a Operação da Unidade de Compostagem

Para que não ocorram atrasos no processo operacional da Unidade de Compostagem é necessário que haja uma quantidade mínima de equipamentos e ferramentas básicas, como mostra a Tabela 7.

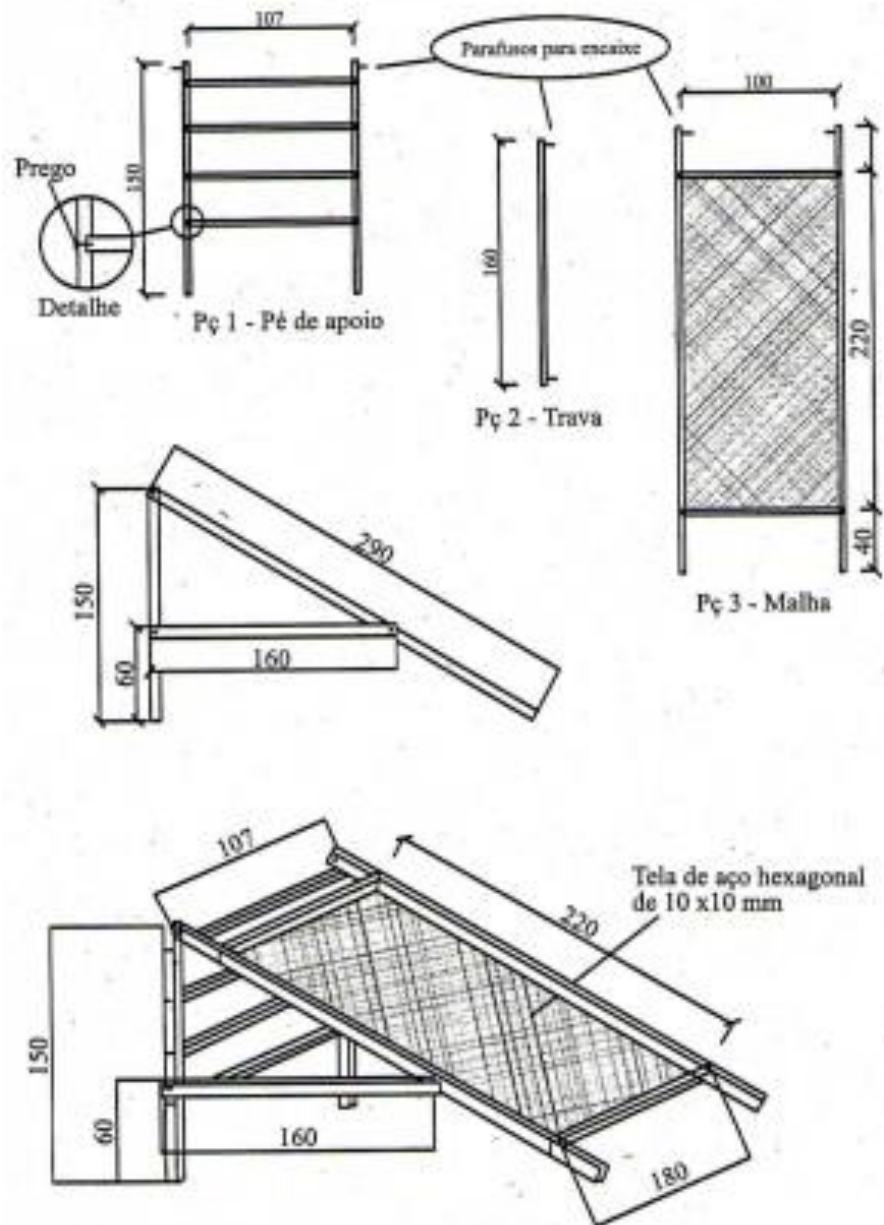
Tabela 7 – Equipamentos e Ferramentas para a Operação da Unidade de Compostagem.

Item	Quantidade
Peneira artesanal modelo LESA / UFV	1
Carreta de transporte com roda de pneu e capacidade de carga de 1,5 m ³	3
Carreta de transporte com roda de pneu e capacidade de carga de 0,70 m ³	3
Carrinho de mão	15
Pá quadrada	20
Enxada	20
Tambor de 20 L	10
Balde de 20 L	20
Mangueira de 50 m	5

Fonte: PEREIRA NETO, 2007, adaptado pelo Autor, 2015.

Segundo Pereira Neto (2007), o uso de peneira eletromecânica e de trator é dispensável quando a Unidade de Compostagem tem uma capacidade máxima diária de 8 toneladas de adubo orgânico, que se enquadra no sistema aplicado para este trabalho. A peneira eletromecânica foi substituída pela peneira manual, confeccionada em estrutura de madeira e tela, inclinada a 30° para permitir o peneiramento do adubo orgânico, tal como está representado na Figura 54. Já o trator foi substituído por 5 funcionários que irão realizar o reviramento das leiras de compostagem.

Figura 54 – Peneira artesanal modelo LESA / UFV.



Fonte: PEREIRA NETO, 2007.

4.4.2 Mão de Obra Necessária para a Operação da Unidade de Compostagem

Para o devido funcionamento da Unidade de Compostagem deve haver um mínimo de funcionários para executarem as suas funções, o que permite o desenvolvimento de uma atividade organizada e que possa cumprir com as etapas de todo o processo de compostagem dentro do prazo, tal como mostra na Tabela 8.

Tabela 8 – Mão de Obra Necessária para a Operação da Unidade de Compostagem.

Função	Número
Engenheiro Ambiental	1
Auxiliar Técnico de Escritório	1
Receptor de Matéria-prima	1
Encarregado de Compostagem	1
Reviradores das Leiras de Compostagem	5
Estagiário / Apontador	1
Vigias (dois turnos)	2
Total	12 Funcionários

Fonte: PEREIRA NETO, 2007, adaptado pelo Autor, 2015.

4.4.4 Controle Operacional: Principais Problemas, Causas e Soluções

Desde a formação das leiras de compostagem até a formação do adubo orgânico, vários são os problemas que podem ocorrer, sendo assim, os Quadros 3 e 4 descrevem quais são os possíveis problemas, o que os origina e as soluções para os mesmos.

Quadro 3 – I Fase de degradação ativa.

Problema	
1 – Demora no aquecimento da massa de compostagem, ou seja, cerca de 5 dias para atingir a temperatura ideal de 50-60 °C	
Possível Causa	Medida a ser tomada
Material muito seco	Adicionar água à massa de compostagem e manter a umidade a 55%
Material com excesso de umidade	Adicionar à massa de compostagem adubo maturado, terra vegetal ou material palhoso seco
Material sem o correto balanceamento da relação C/N	No caso do excesso de carbono, adicionar material nitrogenado: grama, logo de esgoto, esterco de animal, frações orgânicas do lixo urbano etc. No caso de excesso de nitrogênio, adicionar material carbonáceo: folhas secas, capim seco etc. (Obs: nunca adicionar serragem em excesso)
Material muito compactado	Adicionar material que promova a porosidade da massa de compostagem: cavaco de madeira; palha ou sabugos de milho, cascas de grão etc.
Baixa atividade microbiológica	Adicionar à massa de compostagem certa quantidade de matéria orgânica de lixo ou de esterco e promover uma mistura criteriosa desses materiais
2 – Queda de temperatura da pilha ou leira após curto período de aquecimento	
Possível causa	Medida a ser tomada
Pilha ou leira formadas sob temperatura excessivamente alta >78 °C, causando a morte (temporária) dos microrganismos	Revirar a massa de compostagem, corrigir a umidade e modificar a configuração geométrica da leira Seguir o ciclo correto de reviramento
Material muito molhado ou muito compactado, sem porosidade Ciclo de reviramento muito longo, proporcionando baixo teor de oxigênio na	Seguir os procedimentos anteriores e o ciclo correto de reviramento (a cada três dias)

massa de compostagem	
3 – Elevação de temperatura da massa de compostagem	
Possível causa	Medida a ser tomada
Material bem-balanceado, rico em carbono e facilmente degradável	Modificar a configuração geométrica de leira, pilha ou leira de compostagem, aumentando sua área superficial
4 – Queda gradual de temperatura na fase ativa após 30-60 dias.	
Possível causa	Medida a ser tomada
Exaustão do carbono disponível, fim do substrato, material em estágio avançado de degradação	Verificar se a umidade, a oxigenação, a porosidade e a configuração geométrica são satisfatórias. Em caso afirmativo, levar a leira para o pátio de maturação, encerrando-se a 1ª fase do processo
5 – Maus odores emitidos pela massa de compostagem	
Possível causa	Medida a ser tomada
Partículas muito grandes	Quebrar o material durante o reviramento com o auxílio de um enxadão amolado Cobrir a leira com uma camada de 15 cm de adubo maturado (50% de umidade), que funcionará como filtro. Caso não seja possível, triturar previamente o material
Volatilização da amônia (NH ₃) devida à alta temperatura (< 65°C) e ao pH alcalino (>7.5)	Revirar a massa de compostagem e modificar a configuração geométrica para obter temperaturas menos elevadas
Aerobiose, devido ao excesso de umidade	Adicionar adubo maturado seco à massa de compostagem e cobrir a leira com uma camada de 15 cm de adubo maturado (50% de umidade)
6 – Produção e liberação de lixiviados da massa de compostagem	
Possível causa	Medida a ser tomada
Excesso de umidade da massa de compostagem	Seguir o processo anterior e lavar a área afetada do pátio
7 – Aumento de umidade das pilhas ou leiras no período chuvoso	
Possível causa	Medida a ser tomada
Anaerobiose, por causa do excesso de umidade (produção de chorume)	Manter as leiras operando com umidade mínima (45%) e cobri-las com adubo maturado seco ou com lona plástica até meia altura
8 – Atração de moscas e mosquitos na massa de compostagem	
Possível causa	Medida a ser tomada
Material fresco em putrefação	Cobrir a leira com uma camada de 15 cm de adubo maturado durante os primeiros 10 dias (três primeiros reviramentos)
Anaerobiose da massa de compostagem, por excesso de umidade ou falta de oxigênio	Seguir as medidas citadas anteriormente e contar a anaerobiose

Quadro 4 – II Durante a fase de maturação.

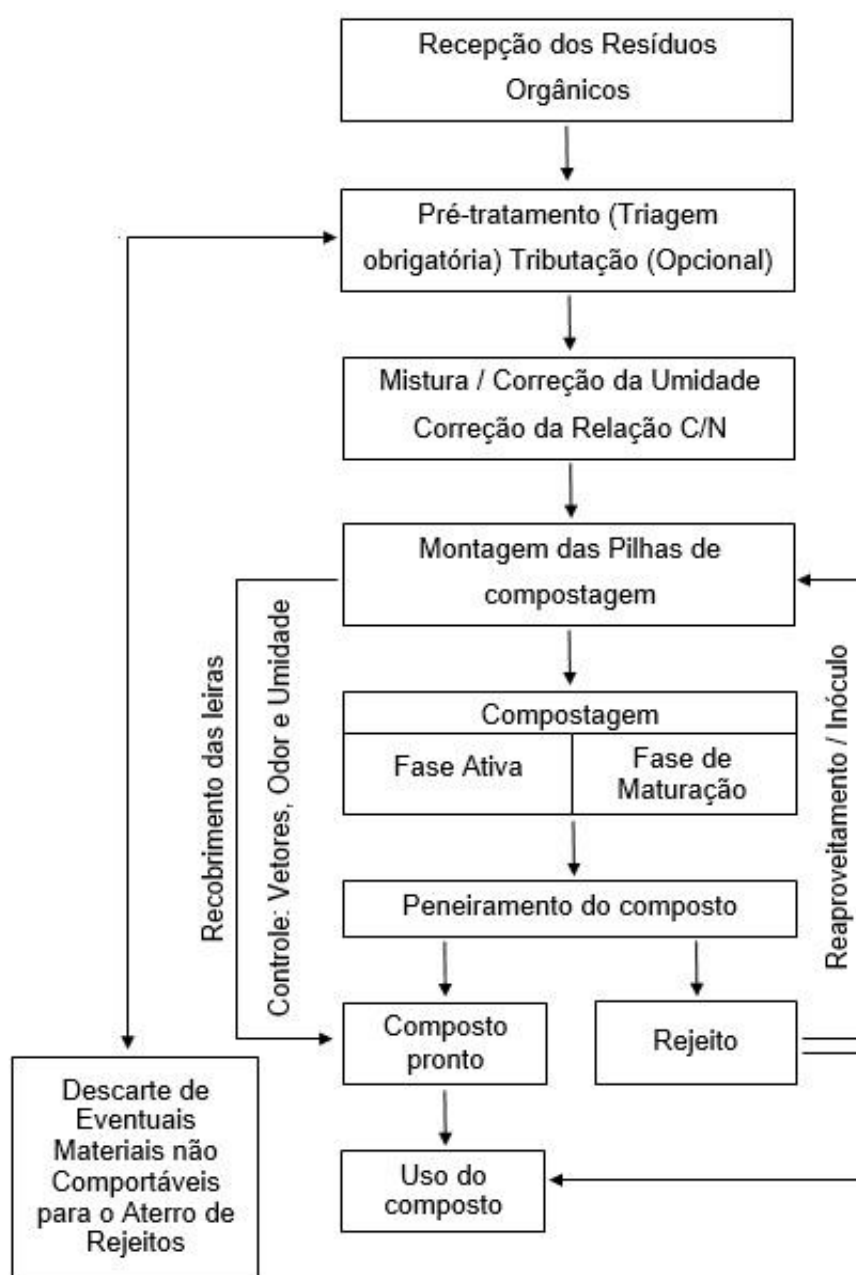
Problema	
1 – Alta temperatura da pilha (50-60°C)	
Presença de material ativo: a pilha deve permanecer quente por 5 a 8 dias	Deixar o material em repouso, para que a maturação se processe normalmente e a temperatura caia (5 a 8 dias) para a faixa mesofílica (<45°C). Caso contrário, o material deve voltar, para que a segunda fase do processo seja completada
Grande quantidade de material ativo, ou seja, não está completamente degradado com deveria	Continuar o processo de compostagem (fase ativa) até que a temperatura permaneça na faixa mesofílica
2 – Emissão de odor, atração de vetores (fatos que jamais deverão ocorrer na fase de maturação)	
Possível causa	Medida a ser tomada
1ª Fase de compostagem malfeita, processo mal operado	Compostar o material com as recomendações sugeridas
3 – Alta contagem de patógenos (>10² col/g), ou alta relação C/N (>18:1)	
Possível causa	Medida a ser tomada
Controle precário na primeira fase do processo	Continuar o processo de degradação caso sejam registrados picos de temperaturas termofílicas Prolongar o período de maturação se a temperatura estiver na fase mesofílica (<45 °C), até que os parâmetros se normalizem: C/N < 15 e patógenos < 10 ² col/g de material
4 – Geração espontânea de vegetação nas pilhas em maturação	
Colonização de sementes por pássaros, vento etc	Retirar toda e qualquer vegetação das pilhas de composto orgânico
Colonização emergente do próprio material (controle precário na fase do processo) Ex.: ervas daninhas	Não utilizar o material em atividades agrícolas nobres (hortas, jardins etc.) e retorná-lo parcialmente para as leiras novas, para uma primeira fase (ativa de degradação) mais eficiente

Fonte: PEREIRA NETO, 2007.

4.4.5 Fluxograma Básico da Unidade de Reciclagem de Resíduos Orgânicos (Unidade de Compostagem) para Nova Veneza

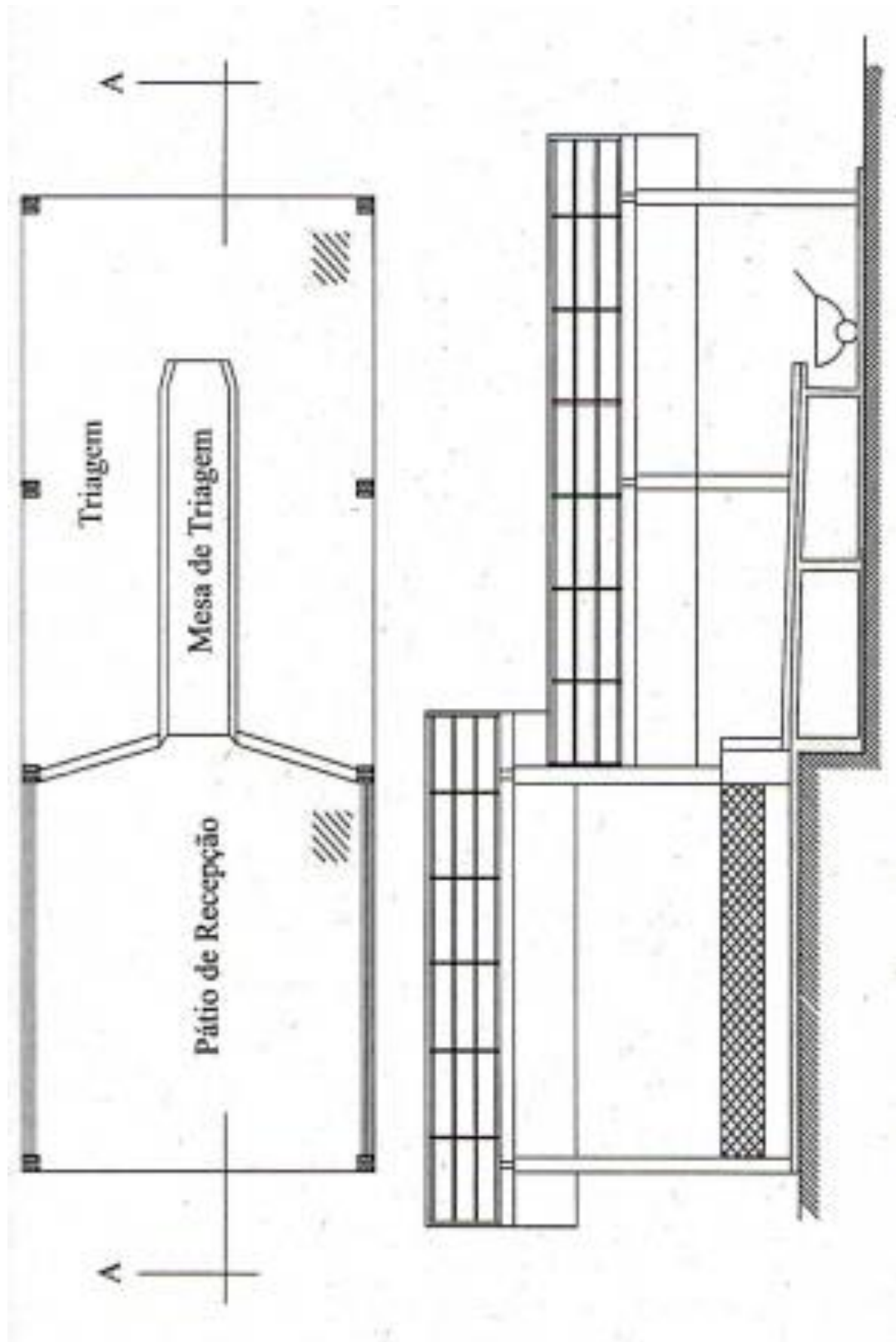
A Figura 55 representa as etapas de funcionamento da Unidade de Reciclagem de Resíduos Orgânicos (Unidade de Compostagem), com o seu início na recepção dos resíduos orgânicos até ao final do processo no uso composto.

Figura 55 – Fluxograma Básico da Unidade de Reciclagem de Resíduos Orgânicos (Central de Compostagem) para Nova Veneza.



4.4.6 Planta Baixa do Galpão de Recepção e Triagem

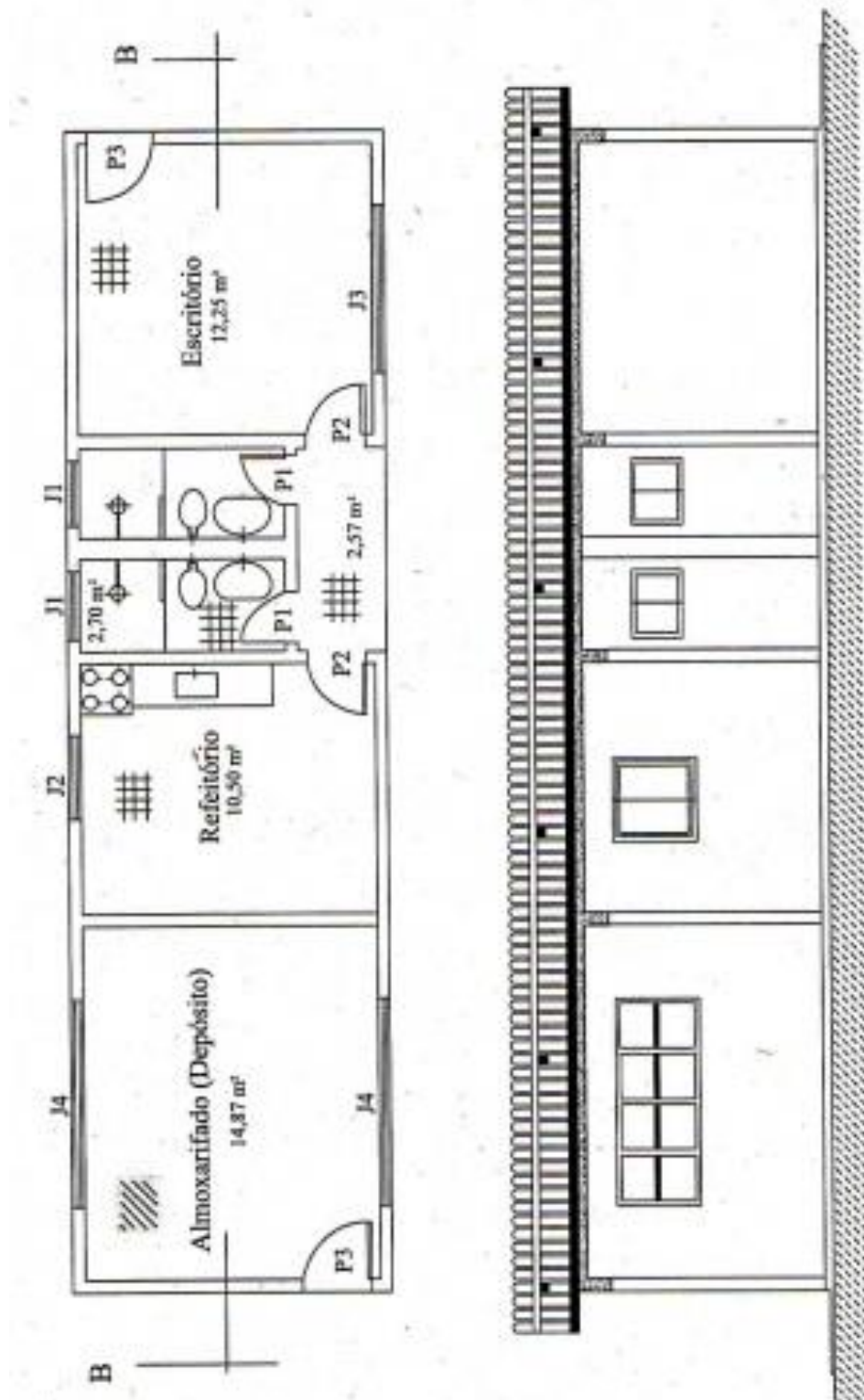
Figura 56 – Planta Baixa do Galpão de Recepção e Triagem.



Fonte: PEREIRA NETO, 2007.

4.4.7 Planta Baixa e Corte da Sede Administrativa

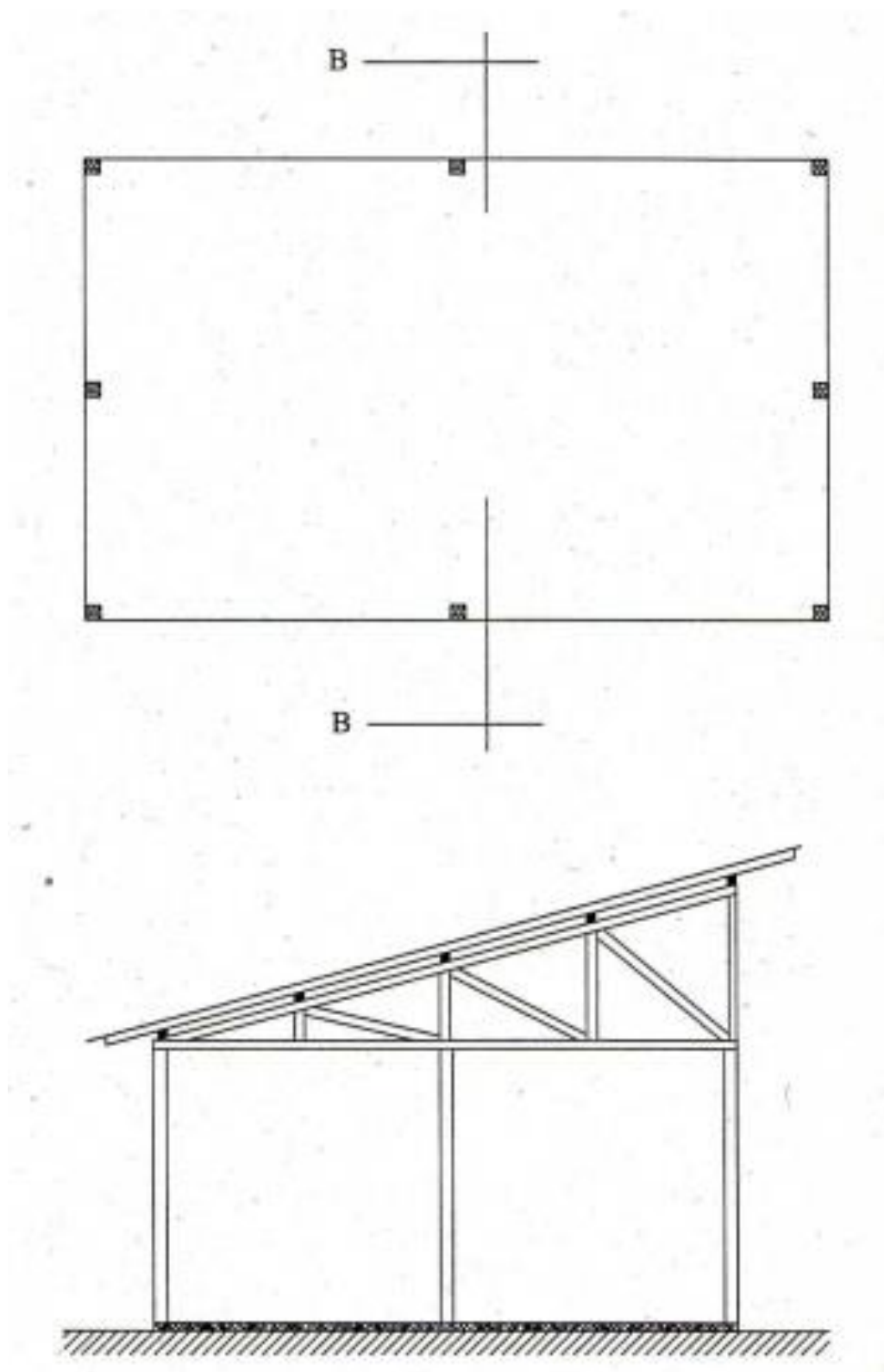
Figura 57 – Planta Baixa e Corte da Sede Administrativa.



Fonte: PEREIRA NETO, 2007.

4.4.8 Planta Baixa e Corte do Depósito para Adubo Maturado

Figura 58 – Planta Baixa e Corte do Depósito para Adubo Maturado.



Fonte: PEREIRA NETO, 2007.

4.4.9 Estimativa de Economia do Município de Nova Veneza com a Compostagem do Resíduo Orgânico

Com base na quantidade estimada de Resíduo Orgânico gerado no ano de 2014, estimou-se quanto o MNV iria economizar no ano 2015, considerando que em 2015 cada tonelada de RSU depositada no aterro sanitário seja cobrada o valor de R\$ 100,00.

$$\begin{array}{rcl} 2.448,53 \text{ RSU t/ano} & \text{———} & 100\% \\ \text{RO t/ano} & \text{———} & 37,83\% \end{array}$$

$$RO = \frac{2.448,53 \text{ t/ano} \times 37,83\%}{100\%}$$

$$RO = 926,28 \text{ t/ano}$$

Estimativa do custo total de disposição de RSU de 2015 no aterro sanitário, com base na quantidade de RSU depositado no ano de 2014:

$$2.448,53 \text{ t/ano RSU} \times R\$ 100,00 = R\$ 244.853,00$$

Estimativa do custo de disposição de Resíduo Orgânico de 2015 no aterro sanitário, com base na quantidade de RO depositado no ano de 2014:

$$926,28 \text{ ton/ano RO} \times R\$ 100,00 = R\$ 92.628,00$$

De acordo à estimativa, o Resíduo Orgânico a ser depositado no aterro sanitário para o ano de 2015, custaria aos cofres do MNV R\$ 92.628,00. Tal valor, pode ser economizado, considerando que seja realizada a compostagem de 100% desse resíduo.

5 CONCLUSÃO

Desde que foi eleita a Capital Catarinense da Gastronomia Típica Italiana, Nova Veneza passou a ter maior afluência de turistas, o que também causa o aumento da geração de RSU no município.

A implantação de compostagem no município, tendo início nas escolas, é uma ação benéfica, pois visa educar desde cedo os futuros adultos do município, fazendo-se prever uma diminuição da quantidade de RSU a ser encaminhado para o aterro sanitário, por meio do aumento da prática de compostagem.

É recomendável ao município efetuar no ano de 2016 uma avaliação da geração de RSU em relação ao ano de 2015, para verificar se ocorreu diminuição da quantidade de RSU depositado no aterro sanitário, o que poderia estar ligado ao aumento da prática de compostagem, e aumento da separação de resíduos recicláveis encaminhado para os PEVs, mostrando assim os resultados alcançados pelo projeto “Nova Veneza Reciclando +”.

O aumento populacional, o aumento do turismo e o aumento do consumismo, aliado à falta de Educação Ambiental irão proporcionar custos elevados ao município e danos ao meio ambiente, por isso, é importante realizar a Educação Ambiental, manter a população informada e procurar desenvolver práticas que salvaguardem o bem-estar geral. Este trabalho de conclusão de curso que foi de encontro aos interesses do município, contudo, é uma ação que se recomenda ter continuidade, que o município possa ter uma equipe permanente para realizar as palestras nas escolas e comunidades, e fazer um acompanhamento do processo de compostagem no município. Recomenda-se realizar um trabalho de Educação Ambiental mais intenso com os maiores geradores de RO do município, que são os restaurantes, para um melhor aproveitamento.

Nova Veneza procura atender a Lei nº 12.305 da PNRS, por meio de ações que levam à reciclagem e/ou reutilização dos resíduos recicláveis, em busca de minimizar o envio dos mesmos para os aterros, até ao dia em que seja depositado apenas o rejeito, resíduo ainda, sem forma de ser reciclado ou reutilizado.

O trabalho realizado com os alunos nas escolas foi de imenso prazer, foi gratificante ver o seu interesse no tema e ouvir como ajudavam os pais e avós a

cuidar da horta e da composteira, sobre que “não se deve jogar lixo no chão” e que “é importante separar o lixo para fazer adubo orgânico para colocar na horta de casa”, o que demonstra já algum sentido de responsabilidade por parte dos alunos para com o meio ambiente.

Os professores e demais funcionários das escolas também se interessaram pelo tema, questionavam e interagiam com o objetivo de aprender um pouco mais sobre Compostagem e melhorar a sua prática.

Falta realizar a construção e melhoramento das composteiras das escolas municipais, para posteriormente serem realizadas as oficinas práticas, etapa em que haverá a distribuição do Folder sobre Compostagem (Anexo A e B) para que os alunos, professores e demais funcionários possam realizar compostagem em suas residências da melhor maneira possível. O Folder sobre Compostagem domiciliar também será distribuído em todas as comunidades do município, incentivando a prática de compostagem.

Considerando os aspectos culturais e certa tradição dos munícipes já desenvolverem em suas residências práticas de horticultura a Educação Ambiental para melhoria e aumento da prática de compostagem. Ao estimular e ampliar a compostagem domiciliar, à medida que a população aderir ao programa deverá ser constatada e revista a necessidade ou não da instalação de uma Unidade de Compostagem municipal.

O trabalho de conclusão de curso teve aceitação do Gabinete do Prefeito e dos demais setores por haver o interesse em implantar a Compostagem no município, ao começar pelas escolas para posteriormente se estender para as comunidades, e assim, minimizar o envio de RSU para o aterro sanitário, gerando economia para o município, com a possibilidade do valor que seria destinado a custear o aterro desse resíduo orgânico ser aplicado em outras áreas para melhoria da qualidade de vida da população de Nova Veneza. Tudo que foi solicitado para que o trabalho fosse desenvolvido da melhor maneira foi atendido, e houve o acompanhamento necessário para que o trabalho fosse bem desenvolvido, o que é prazeroso e motiva a fazer o melhor possível.

A continuidade dos trabalhos desenvolvidos em Nova Veneza com forte atuação nas atividades de Educação Ambiental desenvolvidas e aprimoradas nas

escolas municipais consolidará as ações iniciadas a partir do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

O gerenciamento integrado de resíduos em municípios de pequeno porte deve basear-se sempre na valoração das atividades já desenvolvidas, estimulando a melhoria contínua e o aprimoramento para que as soluções sejam simples, criativas e replicáveis, como as composteiras domiciliares.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 6.023/2002:** Informação e documentação – Referências – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 6.024/2003:** Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento escrito – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 10.520/2002:** Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR – 14.724/2011:** Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 15 p.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 27 de março de 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 04 de março de 2015.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Resíduos Sólidos – FUNASA.** Brasília: Ministério da Saúde – FUNASA, 2014. 43 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais.** Brasília: MEC/SEF, 1999. 42 p.

CAMPBELL, S. **Deixe Apodrecer! – Manual de Compostagem.** Publicações Europa-América, LDA, 2005.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2006. 256 p.

COELHO, S. C., CESARINI, C. J., BRITO, I. R. C. de. **Cidades saudáveis: percepção e qualidade de vida no meio ambiente construído.** In: PHILIPPI Junior, A.; PELICIONI, M. C. F. (org.) Educação Ambiental – desenvolvimento de cursos e projetos. 2ª Edição. Editora: Signus, 2002. 223-231 p.

DAL MOLIN, J. M. **Proposta de Programa de Coleta Seletiva Adequado ao Contexto Local do Município de Nova Veneza – SC, tendo como Parâmetro os Princípios e Diretrizes da PNRS**. 126 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental UNESC, 2014 (Monografia).

GARCEZ, L.; GARCEZ, C. **Lixo** (livro digital). 1ª Edição. São Paulo: Callis Editora, 2011. 24 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999. 207 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. 200 p.

GROSSI, M. G. L; VALENTE, J. P. S. **Compostagem Doméstica De Lixo**. Botucatu – SP: UNESP / São Paulo: Fundacentro / Ministério do Trabalho e Emprego. 2002. 39 p..

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Santa Catarina**: Nova Veneza. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=421160&search=santa-catarina|nova-veneza>>. Acesso em: 25 de março de 2015.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: Ciência e prática para a gestão de resíduos sólidos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 154 p.

IPAT / UNESC – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Nova Veneza, SC**. Criciúma, 2013. 290 p.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico de Educação Ambiental em Resíduos Sólidos**: Relatório de Pesquisa. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/porta/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121002_relatorio_educacao_ambiental.pdf>. Acesso em: 08 de abril de 2015.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de pesquisa, nº 118**, p. 189-205, março, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2015.

KIEHL, E.J. **Manual de Compostagem**: Maturação e qualidade do composto. 3ª Edição. Piracicaba, SP: E. J. Kiehl, 2002. 171 p.

LEFF, E. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. RJ: Petrópolis, Editora: Vozes, 2001.

NAUMOFF, A. F.; PEREZ, C. S.; Gerenciamento Integrado de Lixo Municipal. In D'almeida, Maria Luiza Otero; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT – Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE 2000. P. 91 – 124.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. de; CASTRO NETO, M. T. de **Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico**. Cruz das Almas/BA. 2005. 58 p. Disponível em <https://www2.dti.ufv.br/noticia/files/anexos/phpk6sIU_4827.pdf>. Acesso em: 25 de Março de 2015.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem**: Processo de baixo custo. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 81 p.

PEREIRA, M. N.; et al. **Métodos e meios de comunicação em extensão rural**. Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/METODOSDEEXTENSAOGLOSSARIO.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2015.

SANTA CATARINA. **Lei Estadual nº 14.675, de 13 de Abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências**. Florianópolis. Diário Oficial do Estado. Disponível em: <http://www.cooperalfa.com.br/2010/arquivos/codigo_ambiental.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2015.

SCHNEIDER, V. E.; et al. Programa de gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Bento Gonçalves / RS – Brasil. In. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. AIDIS. América y La acción por El medio ambiente en El milênio. Rio de Janeiro. ABES, 2000. P. 1-9 Apresentado em **Anais...** Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 27, Porto Alegre, 3 a 8 dezembro de 2000. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-011.pdf>>. Acesso em: 14 de abril de 2015.

SEYMOUR, J. **Plantar e colher**: O horticultor auto-suficiente. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora LTDA, 1987. 262 p.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Algumas Recomendações da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental aos Países Membros** (Tbilisi, CEI, de 14 a 26 de outubro de 1977). Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/Tbilisi.pdf>>. Acesso em: 23 de março de 2015.

APÊNDICE(S)

Apêndice A – Folder sobre Compostagem (Frente).

COMPOSTAGEM

A **compostagem** é a transformação do resíduo orgânico (lixo orgânico) em adubo orgânico. Ela também é conhecida como sendo a reciclagem do resíduo orgânico.

Resíduo orgânico são os restos de verduras, legumes e frutas que consumimos, e que podem ser utilizados para fazer a compostagem em casa, ao invés de serem colocados na lixeira convencional.

Quando o resíduo orgânico é colocado na lixeira convencional ele é coletado pelo caminhão compactador do município para ser depositado no aterro sanitário, gerando custo para o município e para a sua população, e sem possibilidade de valorização.

O resíduo orgânico é rico em nutrientes e tem propriedades que podem melhorar a nossa saúde se fizermos a compostagem em casa, fazendo o nosso próprio adubo orgânico e usarmos ele na nossa horta, porque depois iremos consumir os vegetais ricos em nutrientes que nós próprios ajudamos a produzir.

Esse **adubo orgânico** além da horta, também pode ser usado nos jardins, canteiros e vasos de plantas. No adubo orgânico não é adicionado nenhum produto químico, o que lhe torna melhor para o nosso consumo.

Composteira é onde se faz a compostagem. O que se deve colocar na composteira?

Sim (✓)

- Restos de verduras, legumes e frutas;
- Restos ou migalhas de pães e biscoitos;
- Restos de grãos e farinhas cruas;
- Restos de podas e jardinagem;
- Serragem de madeira;
- Folhas e grama seca;
- Papel de jornal;
- Caixas de cartão de ovos;
- Saquinho de chá;
- Pó de café inclusive o coador de papel;
- Erva Mate.

Não (x)

- Restos de comida temperada;
- Restos de carne e peixe;
- Ossos e espinhas;
- Cinzas e xepa de cigarros;
- Gorduras e derivados do leite;
- Madeira envernizada, vidro e metal;
- Óleo, tinta, plásticos, papel plastificado;
- Ervas invasoras e vegetais doentes;
- Remédios;
- Papel higiênico usado ou fraldas;
- Fezes e urina humana;
- Produtos químicos em geral.










Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice B – Folder sobre Compostagem (Verso).

Como colocar o resíduo orgânico na composteira?

- 1** – Direto no solo, colocar uma camada de material seco (serragem, grama, folhas, caixa de cartão, jornal...).
- 2** – Por cima da camada de material seco, colocar uma camada de material úmido que é o resíduo orgânico separado em casa para a compostagem (restos de verduras, legumes e frutas, grama verde, folhas verdes).
- 3** – Cobrir esse material úmido com outra camada de material seco.

Ao colocar o material seco e o material úmido na composteira, vá espalhando de modo uniforme, de forma a aproveitar o espaço e distribuir melhor o material. Complete as camadas de acordo à quantidade de material que tiver.



Duas vezes por semana, se deve revirar levemente o material na composteira para que ocorra a penetração de ar entre o material para se diminuir a temperatura. Caso a composteira estiver seca se deve colocar um pouco de água espalhando cuidadosamente pela composteira para umedecer o ambiente.

O processo de transformação do resíduo orgânico em adubo orgânico demora em torno de 90 a 120 dias. Ao se colocar minhocas na composteira, elas decompõem o resíduo orgânico mais rápido, demorando em torno de 30 dias para o resíduo orgânico se transformar em adubo orgânico.

Quem mora em apartamento pode fazer a compostagem no Kit de Compostagem, o processo ocorre da mesma maneira.

Observações:

Se a composteira tiver mau odor, houver atração de moscas, baratas, ratos, entre outros animais, é porque foi colocado algum material indevido na composteira, como carne, peixe, entre outros. Verifique a composteira para descobrir o que está causando o mau odor e a atração dos animais.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice C – Apresentação para os alunos do Fundamental I.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice D – Apresentação para os alunos do Fundamental I.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice E – Apresentação para os alunos do Fundamental I.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice F – Apresentação para os alunos do Fundamental I.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice G – Apresentação para os alunos do Fundamental II.



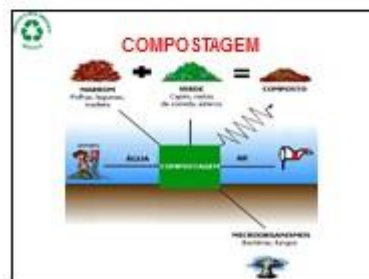
Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice H – Apresentação para os alunos do Fundamental II.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice I – Apresentação para os alunos do Fundamental II.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice J – Apresentação para o Fundamental II.



Fonte: Do Autor, 2015.

Apêndice K – Apresentação para os alunos do Fundamental II.



Fonte: Do Autor, 2015.

ANEXO(S)

Anexo A – Folder da Semana Municipal do Meio Ambiente.



Semana Municipal MEIO AMBIENTE

PARTICIPE!

26/05/2015
Abertura do Concurso Fotografia e Meio Ambiente.

Inscriva sua melhor foto que retrata seu orgulho e compromisso em melhorar, proteger e preservar o meio ambiente. Inscrições e informações na Secretaria de Cultura, Esporte e Turismo. (Inscrições até 02/06)

01/06/2015
Abertura da Semana do Meio Ambiente

9h - Abertura Oficial da Semana Municipal do Meio Ambiente;
Apresentação e implantação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.
Local: Prefeitura Municipal de Nova Veneza.
Durante o dia - Mutirão de Limpeza, com o objetivo de coletar os lixos nas principais ruas da cidade.

02/06/2015
Abertura das Inscrições para Castração de Cães e Gatos

Durante o dia
Exposição de artesanato feitos com produtos recicláveis;
Exposição dos trabalhos do Instituto Felinos do Aguai.
Educação e conscientização para o cuidado com os animais;
(Programa amigo legal, proteção animal).
Coleta de pilhas e baterias para destinação correta;
Local: Praça Humberto Bortoluzzi.

03/06/2015
Palestras

19h - Palestra Nova Veneza Reciclando + (A cidade que temos para a cidade que queremos) - Coleta seletiva e compostagem;
20h - Premiação concurso fotografia e meio ambiente;
Local: Teatro Municipal de Nova Veneza.
Durante o dia - Educação Ambiental Porta a porta Bairro Bortolotto.



Realização



Apoio



Anexo B – Recorte do Jornal Volta Grande, Edição nº 955, 9 de Abril de 2015, p. 6.



Fonte: JORNAL VOLTA GRANDE, 2015.



Anexo D – Reportagem especial do dia do Meio Ambiente no Jornal do Almoço RBS TV – Criciúma 05 de junho de 2015.



Projeto de educação ambiental leva a reciclagem para escolas de Nova Veneza - G1 Santa Catarina...

Projeto de educação ambiental leva a reciclagem para escolas de Nova Veneza, no Sul do estado

G1.GLOBO.COM

Fonte: <http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/jornal-do-almoco/videos/t/criciuma/v/projeto-de-educacao-ambiental-leva-a-reciclagem-para-escolas-de-nova-veneza/4232985/>